



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 2.5 Perú](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/).

Vea una copia de esta licencia en <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO

FACULTAD DE ECOLOGÍA

ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



DETERMINACION DEL POTENCIAL DE CAPTURA DE CARBONO EN CINCO ESPECIES FORESTALES DE DOS AÑOS DE EDAD, CEDRO NATIVO, (*cederla odorata*) CAOBA, (*Swietenia macrophylla*.) BOLAINA, (*Guazuma crinita*) TECA, (*Tectona grandis*) Y CAPIRONA, (*Calycophyllum sprucearum*) EN LA LOCALIDAD DE ALIANZA SAN MARTIN 2009

TESIS

PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AMBIENTAL

RESPON SABLE : Gerald Felipe Quitoran Dávila

ASESOR : Blgo.Dr. Torres Delgado Jorge

DURACIÓN : 08 MESES

MOYOBAMBA – PERÚ

2010



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN.

FACULTAD DE ECOLOGIA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental.

ACTA DE SUSTENTACION PARA OBTENER EL TITULOPROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL

En la sala de conferencias de la Facultad de ecología de la Universidad Nacional de San Martín-T sede Moyobamba y siendo las diez de la mañana del día jueves 01 de julio del Dos Mil Diez se reunió el jurado de tesis integrado por:

Blgo.M.S.c ASTRIHT RUIZ RIOS	PRESIDENTE
Ing. RUBEN RUIZ VALLES	SECRETARIO
Ing. JULIO CESAR DE LA ROSA RIOS	MIEMBRO
Blgo.Dr JORGE TORRES DELGADO	ASESOR

Para evaluar la sustentación de Tesis Titulado "DETERMINACION DEL POTENCIAL DE CAPTURA DE CARBONO EN CINCO ESPECIES FORESTALES DE DOS AÑOS DE EDAD, CEDRO NATIVO, (*Cedrela odorata*) CAOBA, (*Swietenia macrophylla*.) BOLAINA, (*Guazuma crinita*) TECA, (*Tectona grandis*) Y CAPIRONA, (*Calycophyllum sprucearum*) EN LA LOCALIDAD DE ALIANZA SAN MARTIN 2009" presentado por el Bachiller en Ingeniería Ambiental GERALD FELIPE QUITORAN DAVILA; según Resolución N° 0042-2009-UNSM-T/COFE-MOY de fecha 04 de Abril del 2009.

Los señores miembros del Jurado, después de haber escuchado la sustentación, las respuestas a las preguntas formuladas y terminada la réplica; luego de debatir entre sí, reservada y libremente lo declaran **APROBADO** por **UNANIMIDAD** con el calificativo de **MUY BUENO** y nota **DIECISEIS (16)**.



Blgo. M.Sc. ASTRIHT RUIZ RIOS
Presidente



Ing. RUBEN RUIZ VALLES
Secretario



Ing. JULIO CESAR DE LA ROSA RIOS
Miembro



Blgo. Dr. JORGE TORRES DELGADO
Asesor

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO

FACULTAD DE ECOLOGÍA

ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



DETERMINACION DEL POTENCIAL DE CAPTURA DE CARBONO EN CINCO ESPECIES FORESTALES DE DOS AÑOS DE EDAD, CEDRO NATIVO, (*cederla odorata*) CAOBA, (*Swietenia macrophylla*.) BOLAINA, (*Guazuma crinita*) TECA, (*tectona grandis*) Y CAPIRONA, *Calycophyllum sprucearum*) EN LA LOCALIDAD DE ALIANZA SAN MARTIN 2009

TESIS

PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AMBIENTAL

RESPON SABLE : Gerald Felipe Quitoran Dávila

ASESOR : Blgo.Dr. Torres Delgado Jorge

DURACIÓN : 08 MESES

MOYOBAMBA – PERÚ

2010

DEDICATORIA.

En primera instancia al Señor todo Poderoso, por darme el privilegio de existir en esta vida y guiarme por el camino de la sabiduría.

A mis generosos padres Armando Quitoran Bechet, Gloria Dávila Torres, a mi hermano Carlos Quitoran Dávila por sus apoyo y comprensión en todo el proceso de aprendizaje y consolidación universitaria.

A mi querido hijo Rodrigo Mathias Quitoran Rojas y mi compañera para la vida Cinthya Rojas Clavo.

A mi abuelita Edith Torres Orbe que me guía y cuida desde el cielo.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de San Martín – Facultad de Ecología por cobijarme en sus entrañas y dotarme de sólida formación académica.

A mis verdaderos amigos que supieron estar conmigo en los momentos más importantes de mi vida académica.

Eternamente al señor Héctor Eduardo Dongo Martínez a quien considero una persona excepcional y maravillosa que me ha brindado su cariño, confianza, consejos y oportunidad de formarme como profesional.

Al Ing Carlos Alberto Marcos Castro por su amistad, consejos, gran estima y apoyo incondicional siempre.

Al Blgo Dr. Jorge Torres Delgado por el ejemplo de vida, sus sabias enseñanzas y consejos acertados siempre

ÍNDICE

	<i>Pág</i>
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
INDICE.....	iv
RESUMEN.....	vi
ABSTRACT.....	vii
CAPITULO I.....	01
Planteamiento del Problema.....	01
Objetivos.....	02
Fundamentación Teórica.....	02
Bases Teóricas.....	03
Importancia de los bosques en la fijación de dióxido de carbono.....	04
Problemática de la emisión de carbono.....	05
Causas y consecuencias del Cambio Climático.....	06
Fijación de carbono por los vegetales.....	07
Producción de biomasa, el almacenamiento y la fijación de carbono de los bosques..	08
Condición de sitio.....	09
Edad de la vegetación.....	10
Fijación de carbono en el suelo.....	10
Formas de carbono en el suelo.....	11
Fijación de carbono en el suelo por las hojarascas.....	12
Fijación de carbono por la descomposición de la madera.....	13
Cambios de uso de tierras y perdidas de carbono almacenado.....	15
Métodos para estimar la cantidad de carbono existente en los vegetales.....	16
Reportes de trabajos de investigación en la fijación de carbono en el cultivo de palma aceitera.....	16
Reportes de trabajo de investigación en la fijación de carbono en el Perú.....	17
Algunos efectos modelados del CO ₂	18
Descripción botánica de las especies en investigación.....	19
Caoba, descripción botánica.....	19
Caoba, características de la madera.....	21

Caoba, usos de la madera.....	22
Cedro, taxonomía.....	23
Cedro, distribución.....	24
Cedro, características de la madera.....	25
Cedro, usos de la madera.....	26
Bolaina, taxonomía.....	27
Bolaina, distribución.....	28
Capirona, taxonomía.....	29
Capirona, distribución.....	30
Teca, taxonomía.....	31
Teca, descripción botánica.....	32
Teca, origen.....	33
Recursos naturales del departamento de San Martín.....	34
Uso actual del suelo y sus principales problemas.....	35
Otros recursos potenciales del departamento de San Martín.....	36
Definición de términos.....	36
Biomasa.....	36
Dióxido de carbono.....	37
Carbono almacenado.....	38
Secuestro de carbono.....	38
Mecanismos para un desarrollo limpio.....	39
VARIABLES.....	40
Ubicación geográfica.....	40
Clima y meteorología.....	41
Precipitación pluvial.....	41
Temperatura.....	43
Humedad relativa.....	43
Evaporación.....	43
Hidrología.....	44
Rio Huallaga.....	44
Rio Shanusi.....	45
Rio Caynarachi.....	46
Topografía.....	47

Aspectos demográficos.....	47
Principales servicios e infraestructura.....	47
Educación.....	47
Salud.....	48
Agua potable y alcantarillado.....	49
Estructura urbana.....	50
Aspectos viales.....	50
HIPOTESIS.....	50
CAPITULO II.....	50
Marco teórico.....	50
Tipo de Investigación.....	50
Diseño de la Investigación.....	51
Cobertura de estudio.....	51
Población y Muestra.....	51
Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	52
Evaluación de biomasa vegetal por el método alométrico.....	52
Biomasa arbórea viva	53
Biomasa de árboles caídos muertos.....	53
Biomasa arbustiva y herbácea.....	53
Biomasa seca (hojarasca).....	53
Formulas.....	54
Biomasa vegetal total.....	54
Biomasa arbórea viva (kg/árbol).....	54
Biomasa arbórea viva (tn/ha).....	54
Biomasa arbustiva/herbácea (tn/ha).....	54
Biomasa de la hojarasca (tn/ha).....	55
Biomasa vegetal total (tn/ha).....	55
Carbono en la biomasa vegetal total (tn/ha).....	55
Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	56
Características de los bloques y tratamientos.....	56
CAPITULO III.....	57
ANVA, Altura de planta inicio de las 5 especies en investigación.....	57
ANVA, Altura de planta final de las 5 especies en investigación	58

ANVA, Diámetro a la altura de pecho inicio de las 5 especies en investigación.....	60
ANVA, Diámetro a la altura de pecho final de las 5 especies en investigación.....	61
ANVA, Biomasa arbórea viva tn/ha de las 5 especies en investigación.....	62
ANVA, Biomasa total tn/ha de las 5 especies en investigación.....	64
ANVA, Fijación de carbono tn/ha de las 5 especies en investigación.....	66
DISCUSIONES.....	67
CONCLUSIONES.....	68
RECOMENDACIONES.....	69
BIBLIOGRAFIA.....	71
ANEXOS.....	73
Foto 01 Plantaciones ordenadas sistemáticamente de Bolaina en las parcelas experimentales.....	73
Foto 02 Recolección de muestras para la evaluación y análisis en laboratorio.....	74
Foto 03 Cuadrantes para la recolección de biomásas.....	75
Foto 04 Recolección de muestras.....	76
Foto 05 Estufa para el secado de las muestras.....	77
Foto 06 Toma de datos en campo y laboratorio.....	79
Tabla de datos originales altura de planta Bolaina.....	80
Tabla de datos originales altura de planta Capirona.....	81
Tabla de datos originales altura de planta Teca.....	82
Tabla de datos originales altura de planta Cedro Nativo.....	83
Tabla de datos originales altura de planta Caoba.....	84
Tabla de datos originales diámetro a la altura del pecho Bolaina.....	85
Tabla de datos originales diámetro a la altura del pecho Capirona.....	86
Tabla de datos originales diámetro a la altura del pecho Teca.....	87
Tabla de datos originales diámetro a la altura del pecho Cedro Nativo.....	88
Tabla de datos originales diámetro a la altura del pecho Caoba.....	89
Tabla de datos originales mantillo.....	90
Tabla de datos originales material herbáceo dap<2,5cm.....	91
Tabla de cálculos de gabinete Bolaina.....	92
Tabla de cálculos de gabinete Capirona.....	93
Tabla de cálculos de gabinete Teca.....	94
Tabla de cálculos de gabinete Cedro Nativo.....	95

Tabla de cálculos de gabinete Caoba.....	96
Plano de ubicación de las parcelas donde se desarrolló la investigación.....	97
Análisis de suelos – Caracterización.....	98

LISTA DE CUADROS Y GRAFICOS.

Cuadro N°01 Capacidad de uso mayor de suelo del departamento de San Martin.....	34
Cuadro N°02 Tipos diferentes de tierras del departamento de San Martin.....	35
Cuadro N°03 Precipitación promedio por mes.....	42
Cuadro N°04 Características de la red fluvial principal.....	46
Grafico N°01 Precipitación promedio anual.....	42
Grafico N°02 Precipitación promedio mensual.....	43
Grafico N°03 Altura de planta de las cinco especies en investigación.....	59
Grafico N°04 Diámetro a la altura del pecho de las cinco especies en investigación....	62
Grafico N°05 Biomasa arbórea viva tn/ha de las cinco especies en investigación.....	64
Grafico N°06 Biomasa arbórea total tn/ha de las cinco especies en investigación.....	65
Grafico N°07 Fijación de carbono tn/ha de las cinco especies en investigación.....	67

RESUMEN

En la reunión de Río de Janeiro, Brasil: Eco-92, se firmó La Convención Marco Sobre el Cambio Climático, rubricado por 162 líderes de estado y ampliamente esperado por esferas científicas, políticas y sociales (IUCC y PNUMA, 1995; Framework Convention on Climate Change, 1998). Mas que normativa aperturaba un espacio de discusión que la temática ameritaba en la Agenda 21 (UNEP, 1996). Las medidas a implementar, son producto de investigaciones multidisciplinarias y emitidas en informes periódicos por el IPCC, Grupo Intergubernamental de expertos sobre Cambio Climático (IPCC, 1995) el ala política macro es dada por la Conferencia de las Partes (CdP), foro que en reuniones periódicas, propone y monitorea la implementación de las sugerencias técnicas, siendo algunos de sus productos: el manto de Berlín 93 y el protocolo de Kyoto 97 (CMNUCO, 1997; Parlamento Latinoamericano, et al, 1998).

Existen además varios otros grupos de discusión, financiamiento y acción relacionados: el Foro para el Medio Ambiente Mundial (GEF). La alianza de pequeños estados insulares (SIDS), la Sociedad Mundial de meteorología (SMM), el programa de las naciones unidas para el medio ambiente (PNUMA), entre los mas relevantes (IPCC, 1995; UNEP, et al. 1999)

Alternativamente, hay confluencia mundial, en que es primordial la generación de nuevos paradigmas de desarrollo y conducta (individuales y sociales) sustentados en preceptos de sostenibilidad y equidad, este particular punto de urgente aplicabilidad (CMNCO, 1997). Las líneas sugeridas consideran: inventarios de emisiones, programadas de mitigación, investigación de base, promoción de la investigación, transferencia tecnológica, promoción y protección de sumideros, intercambio de información y participación ciudadana (Parlamento Latinoamericano, et al. 1998. políticamente, en Kyoto 97 se propusieron medidas concretas, como la reducción de emisiones a niveles precedentes generación de mercados internacionales, facilitamiento de conocimiento, información, tecnología y financiamiento norte – sur (Parlamento Latinoamericano et al. 1998) mas la respuesta ha sido desigual, al punto que el protocolo permanecerá aun sin ser ratificado. Han resultado más exitosas las negociaciones de cuotas de emisión que involucra no solo estados sino organizaciones privadas que intermedien en este “mercado de derechos negociables de emisiones” inclusive se ha establecido una

tasa de valuación “ el dióxido de carbono equivalente” (Ortiz et al 1998 Parlamento Latinoamericano et al , 1998)

El potencial de absorción de carbono mediante actividades de forestación/reforestación depende de la especie, el lugar y el sistema de ordenación y, por consiguiente, es muy variable.

Los índices normales de absorción, expresados en toneladas de carbono (tC) por hectárea y año, en el trópico es e 3.2 a 10 tC (Bronwn, 1996).

Los estudios realizados en las regiones tropicales indican que sería posible absorber un volumen adicional de carbono, que se cifra en 11.5 a 28.7TC mediante la regeneración de unos 217 millones de Ha de tierras degradadas.

Tal vez únicamente un tercio de la tierra ecológicamente adecuada podrá destinarse a actividades de forestación/reforestación (Houghton, et al. 1991).

Los estudios de especies nativas han sido de gran aporte, pero todavía son escasos y relativamente recientes para permitir la toma de decisiones acertadas sobre la utilización de estas especies a mayor escala en programas de reforestación. Sin embargo las experiencias preliminares en el mundo ponen de manifiesto el potencial que poseen muchas de estas especies nativas en los trópicos principalmente

ABSTRACT

At the meeting in Rio de Janeiro, Brazil: Eco-92, signed the Framework Convention on Climate Change, signed by 162 heads of state, widely expected by fields of science, political and social (IUCC, UNEP, 1995; Framework Convention on Climate Change, 1998). But that legislation opening a space for discussion that the subject warranted in Agenda 21 (UNEP, 1996). The measures to implement, are the product of multidisciplinary research and periodic reports issued by the IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 1995) the macro political wing is given by the Conference of the Parties (COP), a forum in regular meetings, proposes and monitors implementation of technical tips, and some of its products: the mantle of Berlin 93 and the Kyoto Protocol 97 (CMNUCO, 1997; Parlamento Latinoamericano, et al, 1998). There are also several other discussion groups, funding and related actions: the Forum for the Global Environment Facility (GEF). The alliance of small island states (SIDS), the World Meteorological Society (SMM), the program of the United Nations Environment Program (UNEP), among the most important (IPCC, 1995; UNEP, et al. 1999) Alternatively, there is global convergence, which is essential to generate new paradigms of development and behavior (individual and social) supported by precepts of sustainability and equity, this particular point of urgent applicability (CMNCO, 1997). Suggested lines considered: emission inventories, mitigation programs, basic research, promoting research, technology transfer, promotion and protection of sinks, exchange of information and citizen participation (Latin American Parliament, et al. 1998. Politically, in Kyoto 97 has proposed concrete measures, such as reducing emissions to levels unprecedented generation of international markets, providing knowledge, information, technology and financing north - south (Latin American Parliament et al. 1998) but the response has been uneven, to the point that protocol will remain even without ratification. have proved most successful negotiations of emission quotas that involves not only states but private organizations as intermediaries in this "market of tradeable emission rights" has even established a valuation fee "carbon dioxide equivalent "(Ortiz et al 1998 Latin American Parliament et al, 1998) The potential for carbon sequestration through afforestation / reforestation depends on the species, location and management system and therefore is highly variable. The normal rates of absorption, expressed in tonnes of carbon (tC) per hectare per year, and in the tropics is 3.2 to 10 tC (Bronwn, 1996). Studies in tropical regions indicate that a volume could absorb additional carbon, which is estimated at 11.5 to 28.7TC through

regeneration of about 217 million ha of degraded land. Perhaps only one third of the earth may be earmarked for environmentally sound afforestation / reforestation (Houghton, et al. 1991). Studies of native species have been a great contribution, but are still relatively recent and scarce to allow making decisions about the use of these species to larger-scale reforestation programs. However, the preliminary experiences in the world demonstrated the potential to possess many of these native species in the tropics mainly



CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.

En el departamento de San Martín, la superficie total de 5'179,642 has distribuidas en diez provincias (Z.E.E. 2005) siendo la Provincia de Mariscal Cáceres la más deforestada con 289,679 has, un área similar lo presenta la Provincia de Bellavista con 259,806has (PROCILM, 2006) del área boscosa es de 3 553 642 ha (72.45% del bosque original), estas áreas se encuentran en zonas montañosas. La superficie deforestada en el año 1990 fue de 1 351 158 has muchas de éstas áreas han sido usadas para la producción de cultivos anuales, pastos, sistemas perennes y en algunos casos agroforestería. Algunos de estos sistemas de uso de la tierra han reducido la capacidad de capturar o fijar carbono.

Según el (PROCILM, 2006), el área deforestada al 2006 fue de 1`745,220has.

Las evidencias de los efectos negativos que causan en el clima local y mundial la acumulación de gases de efecto invernadero en la atmósfera, constituyen temas relevantes del protocolo de Kyoto y de la convención marco de las naciones unidas para el cambio climático. Las acciones orientadas al control de emisiones y flujos de carbono.

Los árboles, base de los sistemas agroforestales, juegan un papel esencial en el ciclo global del carbono, por que una planta crece, progresivamente acumula CO₂ y lo convierte en biomasa.

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿Cuál es el potencial de captura de carbono de las especies forestales *Cedrela odorata* “Cedro Nativo”, Caoba (*Swietenia macrophylla.*), Bolaina (*Guazuma crinita*), Teca (*Tectona grandis*), y Capirona (*Calycophyllum sprucearum*), de dos años de edad en la localidad de Alianza – San Martín 2009?

1.2. OBJETIVOS.

1.2.1 Objetivo general:

Determinar el Potencial de Captura de Carbono de las Especies Forestales Cedro Nativo (*Cedrela odorata*), Caoba (*Swietenia macrophylla*), Bolaina (*Guazuma crinita*), Teca (*Tectona grandis*), y Capirona (*Calycophyllum sprucearum*), de dos años de edad en la localidad de Alianza San Martín 2009”

1.2.2 Objetivos específicos:

- Determinar la cantidad de carbono acumulado en Tn/ha. en las especies forestales Cedro Nativo (*Cedrela odorata*), Caoba (*Swietenia macrophylla*), Bolaina (*Guazuma crinita*), Teca (*Tectona grandis*), y Capirona, (*Calycophyllum sprucearum*), en el sector Alianza San Martín.
- Realizar comparaciones de significancia en cuanto a crecimiento de las especies en investigación.
- Generar información sobre captura de carbono para la zona de Alianza - San Martín

1.3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

1.3.1. Antecedentes de la investigación.

En lo que respecta a la captura o secuestro de carbono como lo llaman algunos especialistas en el tema en el país no existen todavía ejemplos o experiencias significativas en este campo de acción, en tal sentido la región san martín no es la excepción por que actualmente son pocas las instituciones dedicadas a esta actividad, mas que todo cabe reasaltar los trabajos que vienen realizando algunas ONGs.

Por ejemplo cabe resaltar los trabajos que se vienen realizando en la zona del Alto Mayo, específicamente en la localidad de Pasamano distrito de Yantalo, el mismo que se denomina “Secuestro de Carbono a través de Manejo Ecológico del Aguaje”

Así mismo existen otras iniciativas que en están en marcha como por ejemplo la recuperación de suelos ácidos y limosos en el Alto Mayo en la localidad de Calzada a través de instalación de especies forestales e industriales, la evaluación de estudiantes de la Facultad de Ecología – Moyabamba cuantificando el carbono almacenado en la especie Bambú, así como iniciativas del Instituto de Cultivos Tropicales a través de su unidad de investigación en el fundo denominado El Choclino, por otro lado la Universidad Agraria de la Selva – Tingo Maria publico un proyecto de tesis respecto a la captura de carbono en Palma Aceitera.

1.3.2 Bases teóricas.

1.3.2.0 Relación suelo-vegetación

La relación suelo-vegetación son importantes en dos aspectos: la circulación de los nutrientes y la protección del suelo contra la erosión. En el bosque de yungas estos aspectos son importantes porque siendo el clima cálido y húmedo, los ritmos metabólicos son rápidos haciendo que los tiempos de recambio de los nutrientes sean cortos y que la mayor proporción de ellos se encuentre formando parte de la biomasa y no del suelo. Por otro lado, siendo las pendientes relativamente pronunciadas y las lluvias importantes, los suelos son muy susceptibles a la erosión. (ROBERT, M. 2002.)

Las plantas obtienen los nutrientes minerales esenciales del suelo (nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre, hierro, cobre, manganeso, cinc, molibdeno, boro, cloro y sodio) del suelo. Estos pasan a formar parte de la biomasa vegetal y vuelven al suelo en el detritus que se origina en la caída de hojas, ramas, frutos, excretas animales y cadáveres. (ROBERT, M. 2002.)

La biomasa vegetal del bosque es muy grande, comparada con las de otras formaciones vegetales y la producción de mantillo, por lo tanto es también grande. Con él se aportan muchos nutrientes que quedan en el humus, son rápidamente mineralizados y reingresan a las plantas con celeridad. No hay muchos datos para las yungas. Es necesario tener en cuenta que estos datos son sólo estimaciones, dadas las dificultades de medir nutrientes en las partes vivas de una masa vegetal tan vasta. Hay mucha más información para el mantillo, porque éste es más fácil de medir. (ROBERT, M. 2002.)

Los bosques montanos incluyen una gran cantidad de tipos forestales, que responden tanto a diferencias del suelo, como de la temperatura, y de las precipitaciones. Cuanto mayor es la temperatura y la lluvia, mayor es la biomasa acumulada. Por ello, el intervalo de valores de la biomasa es muy amplio, de 170 a 690 ton/ha (BRONW y LUGO, 1984)

1.3.2.1 Importancia de los bosques en la fijación de dióxido de carbono.

Aunque los bosques no representen una medida de mitigación a largo plazo estos han recibido considerable atención. Los optimistas estiman que la contribución al sector forestar a través del secuestro de carbono y practicas de conservación del carbono para el año 2050 será de 11.15% (HOUGHTON et al., 1992 citado por Chandra y Prince 1999)

Numerosos estudios realizados en los últimos 10 años han discutidos como las medidas tomada sobre los bosques pudieran o deberían contribuir a los esfuerzos para mitigar el cambio climático. Gran parte de estas investigaciones respaldan la conclusión de que los bosques pueden ser una estrategia para mitigar tanto el cambio climático potencial como para producir beneficios adicionales socioeconómicos y sobre el medio ambiente que acompañarían a la reducción de los ritmos de deforestación y a la expiación de programas de reforestación en tierras apropiadas (GOMEZ y ECHEVRRI 2000). Un cierto número de actividades forestales pueden limitar el cambio climático. Cuando categorías principales han sido identificadas.

- Secuestro de carbono a través del incremento de las reservas de los ecosistemas por ejemplo agroforestacion y reforestación, desarrollo de agroforestería recubrimiento de tierras degradadas o enriquecimiento de bosques degradados.
- Reduciendo emisiones conservando las reservas existentes en los ecosistemas, por ejemplo evitando la deforestación, previniendo los fuegos o ataques de plagas e introduciendo técnicas de manejo forestales mejoradas tales como aquellas que producen poco impacto.
- Desarrollo combustibles sustitutos y materiales por el uso de biomasa como combustible o materiales en vez de otros en el cual su producción producen grandes cantidades de GEI (gas de efecto invernadero) (LOCATELLI 2002)

Los proyectos orientados a la conservación de bosques no ayudan a reducir los niveles de GEI (gases de efecto invernadero) en la atmósfera.

Para evaluar sus beneficios es esencial ser capaz de evaluar la situación que hubiera ocurrido sin la medida de conservación. Este punto, escenario de la línea base, es el factor de mayor discusión sobre la inclusión de los proyectos forestales en las estrategias para controlar el cambio climático (LOCATELLI 2002). En este contexto, el establecimiento de bosques o atraso de la deforestación por algún periodo de tiempo puede ser una herramienta efectiva para controlar el cambio climático y además de tomado en cuenta bajo el Protocolo de Kyoto (MEINSHAUSEN y HARE 2000)

1.3.2.2 Problemática de la emisión de carbono.

a) Dióxido de carbono.

CIESLA (1996), suscribe que el dióxido de carbono gaseoso está formado por la combinación de dos elementos: carbono y oxígeno. Se forma por la combustión de carbón o hidrocarburos, la fermentación de materia orgánica, y por la respiración de hombres y animales. Se encuentra en bajas concentraciones en la atmósfera, y es asimilado por las plantas, que en su lugar producen oxígeno. El CO₂ gas tiene un ligero olor irritante, es incoloro, y más pesado que el aire.

b) Efecto invernadero

CENTENO (1992), menciona que un fenómeno natural que ha permitido el desarrollo de la vida en el planeta, es causado por la presencia de gases en la atmósfera, principalmente vapor de agua y gas carbónico, permitiendo la retención de parte de la energía calorífica que recibe del sol, y el mantenimiento de una temperatura dentro de límites que han permitido el desarrollo de la vida. Sin la concentración natural de estos gases en la atmósfera, la temperatura promedio en la superficie de la tierra sería similar a la de la luna, unos 18° C bajo cero. Los gases del efecto invernadero permiten el paso de las radiaciones solares de onda corta, calentando la superficie de la tierra. A la vez, absorben parte del calor que emana de la superficie de la tierra, en forma de radiaciones infrarrojas, de mayor longitud de onda, manteniendo una temperatura en la superficie del planeta de aproximadamente 15° C.

CENTENO (1992), HOUGHTON y WOODWELL (1989), mencionan que el efecto invernadero no es, por sí mismo, una amenaza a la vida en la tierra. El problema actual

radica en que la actividad humana ha aumentado la concentración de CO_2 y otros gases en la atmósfera. Una mayor cantidad de energía calórica solar tiende así a permanecer atrapada en la atmósfera, elevando la temperatura promedio del planeta.

ANDRASKO (1990), PNUD (1997), mencionan que los principales gases producto de la actividad humana, que contribuyen a la amplificación del efecto invernadero, son el dióxido de carbono (CO_2), vapor de agua (H_2O), el metano (CH_4), los óxidos nitrosos (N_2O), los cloro- fluro- carbonados (CFCs), óxidos de nitrógeno (NO_x), monóxido de carbono (CO) y el ozono troposférico (O_3).

c) Causas y consecuencias del cambio climático global

ORDOÑEZ (1999), menciona que como consecuencia del incremento de los niveles de concentración atmosférica de CO_2 y otros gases de invernadero, se espera que la temperatura media superficial a nivel global aumente entre 1.4 y 5.8°C de 1990 al 2100. Dicho incremento en la temperatura no sólo es entre dos y 10 veces superior al observado en los últimos 100 años (0.6°C), sino que, además, no tiene precedente en los mil años anteriores y se pronostica que ocurrirá a un ritmo significativamente más rápido que los cambios observados en los últimos 10 mil años.

Se espera que las modificaciones previstas en la temperatura varíen de manera regional, y que las latitudes mayores se calienten mucho más que el promedio global. Es probable, también, que en el futuro aumente la frecuencia del fenómeno de El Niño, ocasionando una mayor incidencia de inundaciones y sequías en gran cantidad de lugares de los trópicos y subtrópicos. CENTENO (1992), HOUGHTON y WOODWELL (1989)

Por otra parte, la expansión térmica de los océanos y el decrecimiento de los glaciares podrían hacer que el nivel del mar aumentara entre 8 y 88 cm en el periodo de 1990 al 2100, trayendo consecuencias graves para países como Bangladesh y las pequeñas naciones insulares. CENTENO (1992), HOUGHTON y WOODWELL (1989)

Al calentarse el clima, la evaporación podría incrementarse, y se podría ver un aumento en la precipitación media global y en la frecuencia de lluvias intensas. Sin embargo, mientras que algunas áreas podrían experimentar mayores precipitaciones, otras

tendrían una reducción de las mismas. En general, se espera que las lluvias aumenten en altas latitudes tanto en verano como en invierno, que las latitudes medias (África tropical y la Antártica) tengan incrementos en invierno y que el sur y este de Asia los experimente en verano. Por su parte, Australia, América Central y el sur de África tendrían reducciones en la precipitación durante el invierno. CENTENO (1992), HOUGHTON y WOODWELL (1989)

De la misma forma, es de esperarse una mayor incidencia de algunos fenómenos climáticos extremos como episodios de temperaturas extremadamente altas, eventos de fuerte precipitación, déficits de humedad en los suelos, incrementos en la intensidad máxima de vientos y precipitación de ciclones tropicales, inundaciones, sequías e incendios, así como brotes de pestes en algunas regiones del mundo, aunque aún es incierto si la intensidad de las tormentas en latitudes medias aumentaría.

1.3.2.3 Fijación de carbono por los vegetales

SALISBURY (1999) indica que en 1954 se descubrió una enzima que cataliza de manera irreversible la combinación del CO_2 con la RuBP para formar dos moléculas de 3-PGA. Ésta es una reacción de extraordinaria importancia. Se forma un intermediario inestable el cual con la adición de agua se fragmenta en dos 3-PGA.



El ciclo de Calvin se realiza en el estroma de los cloroplastos y consta de tres partes principales: carboxilación, reducción y regeneración. La carboxilación implica la incorporación de CO_2 y la RuBP para formar dos moléculas de 3-PGA. En la fase de reducción, el grupo carboxilo del 3-PGA se reduce a un grupo aldehído del 3 (3- P Gliceraldehído).

A juicio de LEMON (1983) el CO_2 atmosférico provee a través del proceso fotosíntesis, la materia prima para la actividad biológica sobre la tierra. El mayor almacén de los productos de este proceso es la biomasa en forma de azúcares, almidones, proteínas y grasas. Por esto, al proceso de fotosíntesis se le reconoce que su mayor papel consiste en el balance del contenido de carbono en la atmósfera necesitándose, según HIPKINS (1984) de al menos 4.8×10^5 joules (J) para fijar un mol de carbono.

Además se reconoce que mediante este proceso se puede remover casi todo el CO₂ del ambiente en pocos años. Sin embargo, la fotorespiración al liberar esta molécula, funciona como contraparte al proceso de captación del dióxido de carbono en la atmósfera, por lo cual el proceso puede llegar a equilibrarse.

Por lo dicho, los bosques juegan un doble papel: el de sumideros (los define la CMCC como los procesos o actividades que remueven GEI de la atmósfera) de carbono y el de fuente emisora de CO₂ a la atmósfera. BRONW y LUGO y (1992) menciona que esto también los convierte en agentes y víctimas del cambio climático global, por lo tanto, debería conocerse su rol en los procesos que implica del cambio climático.

1.3.2.4 Producción de biomasa, el almacenamiento y la fijación de carbono de los bosques

FINEGAN, (1997) y KYRKLUND, (1990), mencionan que la cantidad de biomasa acumulada por el crecimiento de los árboles en los bosques disminuye gradualmente conforme aumenta la edad del bosque, y por lo tanto, su potencial de secuestro de carbono también disminuye. Sin embargo, esto no quiere decir que los bosques en los diferentes periodos de crecimiento no fijen carbono. Esta variabilidad que muestran los bosques naturales con respecto a las características de captura y almacenamiento de dióxido de carbono sirve de base para diseñar diferentes alternativas de manejo de bosques naturales y de ecosistemas forestales para que contribuyan al almacenamiento o no a la emisión de CO₂.

BROWN y LUGO (1992) mencionan que el bosque secundario fija más carbono que un bosque primario porque tiene una mayor tasa de productividad primaria neta. Sin embargo, ANDERSON y SPENDER (1991), indican que la velocidad que en los bosques secundarios el secuestro de carbono varía grandemente. SMITH *et al.*(1997), menciona que la producción de biomasa y la capacidad de almacenamiento de carbono por la plantas es determinada por las zonas de vida, los sitios, las especies y la etapa de desarrollo en que se encuentren, el manejo (por ejemplo, periodo de rotación para plantaciones forestales), uso anterior de la tierra, grado o intensidad de la intervención, edad desde el abandono del sitio, entre otros.

a) Condición de sitio

HERRERA y ALVARADO (1998) indican que los factores de sitio son las variables ambientales que determinan la calidad del terreno y el potencial productivo del sitio para un determinado cultivo, sea agrícola o forestal, pues permite estimar la productividad, por ejemplo, cantidad de biomasa.

MORAN *et al.*, (2000) menciona que las características físicas y químicas del suelo de cada sitio también influyen en la tasa de regeneración del bosque. CARMEAN (1975) dice que la disponibilidad de los nutrientes, la presencia o ausencia de elementos tóxicos, la permeabilidad, la presencia de capas compactadas, la profundidad, entre otros factores, pueden determinar el potencial de un sistema forestal. También hace referencia que la presencia de un gradiente de nutrientes en el suelo puede afectar la cantidad y biomasa de raíces del bosque así como la composición. FASSBENDER (1993) menciona que la disposición de las partículas o la estructura afecta el crecimiento de las plantas, por la influencia que ejerce en la porosidad, contenido y movimiento de agua y las relaciones de temperatura. También indica que en un paisaje pueden existir abruptas discontinuidades de las condiciones edáficas lo que podría conducir a distintas respuestas por parte de la regeneración natural.

FASSBENDER (1993) hace referencia que la materia orgánica influye en las propiedades físicas del suelo especialmente sobre la estructura, afecta directamente el movimiento y retención del agua.

b) Edad de la vegetación

LINERA (1983), menciona que en México, bosques húmedos de 10 meses y de siete años de edad presentaron valores de biomasa acumulada de 5.3 Mg ha^{-1} para la sucesión joven y 52.69 Mg ha^{-1} para la de siete años. De manera general, la biomasa de hojas aumentó con la edad pero se encontró diferencias en cuanto a contribución de los diferentes componentes (hoja, ramas, fuste, raíces) en las dos etapas sucesionales con predominancia de biomasa de ramas y raíces en la sucesión de siete años de edad y de hojas en la de 10 meses de edad.

AIDE *et al.*, (1995) realizó trabajos en Puerto Rico, en donde hace referencia que un bosque secundarios de 35 años de edad, desarrollado en un área de potrero abandonado,

mostró un valor de 100 Mg ha^{-1} de biomasa leñosa. La riqueza de especies leñosas mostró una relación positiva con la edad, y en los primeros 15 años hubo una rápida acumulación de especies, semejante a la observada en los locales más antiguos. Algunas áreas de regeneración natural, con bosques secundarios jóvenes de menos de 20 años, mostraron tasas de fijación de carbono en la biomasa aérea de $2\text{-}3.5 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$.

1.3.2.5 Fijación de carbono en el suelo

CERRI *et al.*, (1985) menciona que las existencias de carbono orgánico presente en los suelos naturales representan un balance dinámico entre la absorción de material vegetal muerto y la pérdida por descomposición (mineralización). En condiciones aeróbicas del suelo, gran parte del carbono que ingresa al mismo es lábil y solo una pequeña fracción (1%) del que ingresa (55 Pg/año) se acumula en la fracción húmica estable ($0,4 \text{ Pg/año}$). La materia orgánica del suelo tiene una composición muy compleja y heterogénea y está por lo general mezclada o asociada con los constituyentes minerales del suelo. Se han desarrollado un gran número de métodos de separación para identificar los distintos constituyentes de la materia orgánica del suelo, grupos cinéticos, por ejemplo, grupos que pueden ser definidos por una cierta tasa de recambio del carbono.

CAMBARDELLA (1998), manifiesta que los diferentes reservorios de carbono que existen en el suelo tienen distintos tiempos medios de residencia variando de uno a pocos años, dependiendo de la composición bioquímica –por ejemplo, la lignina es más estable que la celulosa-, a décadas o a más de 1 000 años (fracción estable). También hay alguna conexión con la composición, pero principalmente con el tipo de protección o el tipo de uniones químicas. Para la fracción del carbono estable se debe hacer una distinción entre la protección física o química o captura. Protección física significa un encapsulado de los fragmentos de la materia orgánica por las partículas de arcilla o por los macro- o microagregados del suelo. La protección química se refiere a uniones especiales de la materia orgánica con otros constituyentes del suelo-coloides o arcillas. Sin embargo, el término captura de carbono tal como se usa en el Protocolo de Kyoto no toma en consideración esas distinciones y es equivalente al término almacenamiento de cualquier forma de carbono.

También indica que los diferentes grupos de materia orgánica en los suelos son influenciados por distintos factores. Las partículas de materia orgánica libre y la

biomasa microbiana de los suelos son controladas por el aporte de residuos -manejo de residuos de cultivos o cobertura del suelo- y el clima. La agregación del suelo, la textura y la mineralogía controlan la materia orgánica en macroagregados y por lo tanto, la labranza tiene un gran efecto sobre el tamaño de esos reservorios. Los otros reservorios son menos afectados por los factores agronómicos pero lo son sobre todo por factores pedológicos (microagregación, composición de la arcilla).

a) Formas de carbono en el suelo.

JACKSON (1964), indica que el carbono se encuentra en los suelos formando parte de cuatro tipos de materiales orgánicos y minerales.

1.-Carbonatos minerales, principalmente CaCO_3 y MgCO_3 . CaCO_3 ; pero se presenta también pequeñas cantidades muy activas e importantes de CO_2 y también de HCO_3^- y $\text{CO}_3^{=}$, iones derivados de los carbonatos más solubles. (JACKSON 1964),

2.-Formas muy condensadas de composición próximas al carbono elemental (carbón vegetal, grafito, carbón de hulla). (JACKSON 1964),

3.-Residuos de plantas, animales y microorganismos, alterados y bastantes resistentes, denominados a veces “humus” y “humatos”, que no constituyen un compuesto único, al contrario de lo que parece sugerir estas denominaciones. (JACKSON 1964),

4.-Residuos orgánicos poco alterados de vegetales, animales y de microorganismos vivos y muertos, que sufren descomposiciones bastante rápidas en los suelos. (JACKSON 1964),

Evidentemente el carbono total de los suelos incluye estas cuatro formas. El carbono orgánico total incluye las tres últimas, siendo eliminadas las formas minerales por lavado de un ácido reductor diluido antes de la determinación del carbono orgánico. La determinación más reproducible del carbono orgánico es la que incluye las tres formas en que se presenta sin intentar su fraccionamiento. La materia orgánica químicamente activa que se encuentra relacionada con la génesis del suelo y su fertilidad incluye las formas 3 y 4. por ello algunas veces se realizan esfuerzos para eliminar la forma 2, el carbono en forma fuertemente condensada, de las determinaciones de materia orgánica del suelo. (JACKSON 1964),

b) Fijación de carbono en el suelo por las hojarasca

FASSBENDER (1993) menciona que la vegetación muerta situada por encima del suelo esta constituida por restos de tallos, ramas, hojas, flores y frutos, principalmente. Al depositarse estos sobre la superficie del suelo, conforman la hojarasca o bien la capa de mantillo y al mismo tiempo comienza los procesos de descomposición mediante la mineralización y la humificación. Dentro de la capa del mantillo se diferencian tres subcapas, que reciben nombres específicos en la nomenclatura de los suelos; O_L (Litter = hoja, con residuo vegetal que exhiben estructuras inalteradas); O_F (Fermentation = alteración, con residuos vegetales en proceso de transformación) y O_H (Humus; con acumulación de productos de resistencias de naturaleza húmica).

FASSBENDER (1993) manifiesta respecto a la descomposición de la materia orgánica contenida en esas subcapas se lleva a cabo en niveles distintos, principalmente dependiendo de la cantidad de hojarasca y su contenido interno. Al mismo tiempo, también influyen los factores externos del suelo, la población de microorganismos, las condiciones de pH, agua disponible y elementos nutritivos entre otros. En función de las características de la capa de mantillo y las subcapas mencionadas, se han diferenciado tres términos para caracterizar los tipos de mantillo: "mull", "moder" y "humus bruto"

FASSBENDER (1993) menciona que en condiciones tropicales y subtropicales, prácticamente solo se tiene el "mull", que se caracteriza por una gran velocidad en el proceso de transformación de restos vegetales, tanto así, que en un año desaparecen las hojas como tales, formando parte de la capa de suelo mineral, rica en sustancias húmicas.

LOCATELLI (1999), se refiere a la transformación de la materia orgánica en el suelo. Raramente, este contenido de carbono orgánico esta en relación inversa a la profundidad en el perfil del suelo. Los estudios para las estimaciones de estos contenidos de materia orgánica y carbono orgánico en el suelo han sido necesarios principalmente para responder a la demanda de información de niveles de fertilidad y productividad en una zona definida. Sin embargo, en la gran mayoría se enfoca a áreas de cultivos agrícolas y no a ambientes forestales y sus complicaciones inherentes de muestreo entre otros. Así pues, para la estimación de los niveles de hojarasca y carbono orgánico, se considera

que es necesario realizar los muestreos dependiendo del tipo de suelos y del tipo de bosques con tal de no inducir en errores estadísticos.

c) Fijación de carbono en el suelo por descomposición de la madera

LOCATELLI (1999), hace referencia que los residuos que son dejados en el bosque luego del aprovechamiento pasan a formar la materia orgánica en los suelos. Esta se compone de raíces de plantas vivas, restos poco alterados de plantas muertas, resto de plantas descompuestas en partes, materia orgánica coloidal, microorganismos vivos y macroorganismos y materia orgánica inactiva o inerte (Carbón, vegetación quemada, cenizas). DIXON *et al.* (1994), menciona que el carbono orgánico del suelo representa la mayor reserva en interacción con la atmósfera, estimándose alcanzar un valor de 797 Pg de C, aunque existe otras estimaciones mas altas como la de ROBERT (2002) quien indica que a un metro de profundidad el contenido es de 1,500 Pg de C.

El papel intergubernamental sobre el cambio climático (IPCC 1996b) considera que la madera puede descomponerse en un lapso de 10 años en los trópicos, a un ritmo de 10% anual. Para efecto de inventarios de GEI, este tipo de emisiones en el tiempo son denominadas “emisiones diferidas”. Por otro lado la madera que es quemada, solo una pequeña parte (5-10%) se convierte en carbón vegetal, que resiste a la descomposición durante mas de 100 años y el resto se libera instantáneamente a la atmósfera en forma de CO₂. Además cuando la madera es quemada se libera pequeñas cantidades de otros GEI de mayor potencial de calentamiento global, como CH₄, CO, N₂O y NO_x los cuales son consideradas como emisiones netas.

El bosque aprovechado no necesariamente resulta en un flujo neto hacia la atmósfera. Se puede producir un complejo diseño de flujos netos que cambian en dirección con el tiempo. Por ejemplo, si un bosque es aprovechado produciendo madera para productos y dejando residuos en el bosque; el flujo de CO₂ inicial de los productos de madera que se pudre rápidamente más el incremento de la respiración del flujo asociado a la oxidación de los residuos, podría exceder el flujo de la atmósfera debido a la fotosíntesis, dando como resultado en un almacenamiento en la regeneración. Consecuentemente, hay un flujo neto de CO₂ del bosque, mantillo y suelo hacia la atmósfera, lo cual debería estar reflejado en las cuentas de carbono, ya que esta cantidad

debería ser mayor que la cantidad en la vegetación joven y su suelo, y el almacenado en los productos de madera.

IPCC (1996b), indica que cuando el bosque se aprovecha una porción de la biomasa (raíces, ramas, tallos y follaje) es dejada en el suelo, entrando en un proceso de descomposición. Frecuentemente una parte de la biomasa es atacada por termitas, emitiendo CH_4 y CO_2 como subproductos. Se estima que el 75% del carbono en descomposición es liberado por las termitas y de este 75% el 99.8% se produce en forma de CO_2 y el resto en forma de CH_4 , gas de mayor potencial de calentamiento global.

NABUURS *et al.* (2001) dice que el proceso de descomposición lleva en si tres etapas hasta obtener una materia orgánica estable (humus). El follaje, ramas, tallos y raíces son descompuestas por macro y microorganismos a tres compuestos principales, los componentes soluble (azúcares principales), holocelulosa y compuestos como la lignina, los cuales pueden ser descompuestos directamente por los microorganismos y liberar CO_2 . Una parte de los compuestos solubles y de la holocelulosa pasa al compartimiento de los compuestos como la lignina y de éste último, pasan al primer compartimiento del humus, el cual puede ser descompuesto y liberar CO_2 o pasar al segundo compartimiento del humus. De este segundo compartimiento, el carbono solo puede ser movido a la atmósfera en CO_2 .

ROBERT (2002) menciona que la madera en el proceso de descomposición es afectada por diferentes elementos, siendo los principales la composición de los residuos, factores climáticos (condiciones de temperatura y humedad), las propiedades del suelo (textura, contenido y mineralogía de la arcilla, acidez) y las propiedades de los micros y macroorganismos del suelo.

d) Cambio de uso de la tierra y Pérdidas de Carbono almacenado

El cambio de uso de la tierra ocurre, cuando una tierra originalmente cubierta de bosque, pasa luego a ser utilizada para fines agropecuarios, produciéndose desde el punto de vista forestal una degradación o como mínimo un cambio de uso de la tierra. Estos cambios se dan por procesos de deforestación, sin considerar su reposición, lo que

conllea a una disminución de la cantidad de total de biomasa vegetal por los nuevos sistemas de uso de la tierra. DIXON *et al.* (1994),

En la actualidad existe un mercado potencial creciente de carbono a nivel de la comunidad internacional y que puede ser aprovechado por el Perú.

Las consecuencias para el medio ambiente son muy diversas, las principales son la pérdida de biodiversidad y la intensificación del efecto invernadero. Con el cambio de uso de la tierra a menudo la tierra queda inutilizable para la agricultura y se degrada irreversiblemente a través de la laterización, la oxidación y la erosión. Los efectos benéficos de los bosques al regular los ciclos del agua y al prevenir la erosión del suelo disminuyendo en estas practicas y, por consiguiente, aumenta el riesgo de inundaciones y la obstrucción de sedimentos en los pantanos.

En cualquier caso, la principal preocupación esta ligada al aspecto, siempre presente, de un cambio climático a largo plazo, producido por la disminución de la biomasa, que contribuye al calentamiento global y a una difuminación segura de efecto moderador de los climas locales. (LUDEVIA, 1997).

1.3.2.6 Métodos para estimar la cantidad de carbono existente en los vegetales

HERNANDEZ (2001), indica que existen dos métodos para calcular la biomasa de los ecosistemas y su elección dependerá de los datos que estén disponibles al momento de realizar la estimación:

El método destructivo utiliza datos colectados a partir de las mediciones destructivas de la vegetación en una unidad de superficie determinada. Por su alto costo, generalmente no se aplica.

El método alométrico implica la medición de una parte del individuo para inferir el total. Como una primera aproximación se estimaron a partir de datos de volumen de fuste y valores de densidad de biomasa aérea arbórea (BA) de los bosques regionales, aplicando las ecuaciones alométricas desarrolladas por BROWN (1997), para bosques tropicales húmedos. La biomasa aérea arbórea se estima usualmente mediante la

aplicación de ecuaciones de regresión alométrica a un conjunto de árboles de una parcela medida.

El método Brown, 1997, se puede aplicar de manera general a bosques secundarios y maduros presentes desde climas húmedos y secos. Sin embargo, lo mas apropiado es usarlo en bosques densos ya que los datos originales usados para desarrollar el modelo, provinieron de tales tipos de bosques (HERNÁNDEZ, 2001).

1.3.2.7 Reportes de trabajo de investigación en la fijación de carbono en el cultivo de Palma aceitera

LEBLANC *et al.*, (2006), realizaron su investigación en la Universidad EARTH, localizada en la vertiente Caribe de Costa Rica (10°10' N, 83°37' O). La zona de vida es un bosque muy húmedo premontano con transición al basal. La altitud del lugar es de 64 msnm, con una precipitación de 3464 mm y una temperatura promedio de 25.1 °C. El suelo es un Andisol. La plantación tiene 7 años de edad y una densidad 143 plantas ha⁻¹. La plantación tuvo una extensión de 10 ha, de cuales 4 ha fueron seleccionadas al azar como área de muestreo. Para la determinación del contenido de C en la biomasa en palma africana se muestrearon dos plantas por hectárea, para un total de ocho plantas en 4 ha. La biomasa se separó en troncos y hojas

La fijación total media de carbono en el sistema de cultivo de palma africana (biomasa aérea + suelo), alcanzó 96.02 Mg ha⁻¹ de C (perfil de suelo, 0 cm a 30 cm) y 126.03 Mg ha⁻¹ de C (perfil de suelo, 0 cm a 50 cm), de los cuales 22.68 Mg ha⁻¹ de C se encontraban en la biomasa aérea del cultivo, y el resto en el suelo. El suelo fue el componente del sistema que almacenó la mayor cantidad de C con el 76.4 % (0 cm a 30 cm) y 82.1 % (0 cm a 50 cm).

La biomasa aérea total de la palma africana capturó en las hojas 10.88 Mg ha⁻¹ de C (48.0 %) y 11.8 Mg ha⁻¹ de C (52.0 %) en el tallo. La tasa de fijación media anual de C en la biomasa aérea de la palma africana fue de 3.24 Mg ha⁻¹ de C por año.

1.3.2.8 Reportes de trabajo de investigación en la fijación de carbono en el Perú

RIOS (2007), realizó estudios en la cuantificación de carbono en sistemas de uso de la tierra en el distrito de José Crespo Castillo localizados en cinco propiedades y dos

instituciones de investigación de José Crespo Castillo, a 2.829,67km de la provincia de Leoncio Prado, departamento de Huanuco, Perú. La metodología empleada fue la metodología establecida por el ICRAF.

LAPEYRE *et al.*, (2004), evaluaron la capacidad de captura de carbono en 5 sistemas de uso de la tierra de la región San Martín: bosque primario (485 t C ha^{-1}), bosque secundario de 50 años (234 t C ha^{-1}), bosque descremado de 20 años (62 t C ha^{-1}), sistemas agroforestales (entre 19 a 47 t C ha^{-1} , dependiendo de la cantidad de especies forestales, tipo de cultivo, edad y tipo de suelo) y, finalmente, cultivos agrícolas (5 t C ha^{-1}). También se evaluó el flujo de carbono, en el sistema de bosque secundario de 20 años fue menor en comparación con el del bosque secundario de 50 años (3.10 t/ha/año ; 4.60 t/ha/año).

FREITAS *et al.*, (2006), evaluaron el almacenamiento de carbono del ecosistema aguajal en la reserva nacional de Pacaya Samiria, siendo los resultados $484,52 \text{ t/ha}$ y $424,72 \text{ t/ha}$ el contenido de carbono almacenado en los aguajales denso y mixto respectivamente, destacándose la mayor contribución de carbono del suelo, que representa $76,18\%$ y $79,18\%$ de los totales.

1.3.2.9 Algunos efectos modelados del CO_2

a) Climáticos

Los GEI, deberían causar una elevación media de la temperatura entre 3.5 y $4.2 \text{ }^\circ\text{C}$, en este siglo, incrementándose con la latitud, variación en los regimenes de precipitación, periodos de lluvia y sequía mas cortos a intenso por aceleración de los ciclos de evapotranspiración, incrementos de 7 a 11% , mas acentuados entre 30° LN y 30° LS , es consecuencia, mayores sequías en latitudes medias y altas, desplazamientos de las zonas climáticas y agrícolas hacia latitudes mas australes y boreales, se ha estimado un radio de variación entre 200 y 300 Km . Retraimiento y derretimiento de polos y glaciales; elevándose con ello el nivel del mar, para el 2030 se cree será 0.18 m y para el 2100 será de 0.65 m ; decremento de la nubosidad, mas nubes bajas en altas latitudes y mas nubes altas en latitudes medias (IPCC, 1995. WOODWELL, 1996. Citado por PARLAMENTO LATINOAMERICANO, et al, 1998).

b) Biofísicos

El calentamiento global, implicaría alteraciones de los ciclos biogeoquímicos y pérdida de la biodiversidad (VITOUSEK, 1994, citado por GONZÁLES, 2002). Trayendo como consecuencias: superposición de hábitats, por ejemplo los bosques polares migrarían a extremos más nórdicos inclusive; nuevas configuraciones ecosistémicas, se añadiría un nuevo y sustancial ingrediente de selección, producción de flores, frutos y semillas en lapsos menores y diferentes periodos (WOODWELL, 1996, citado por PARLAMENTO LATINOAMERICANO, et al, 1998).

c) Socio-económicos

Como cualquier condición adecuaría su vigencia a las demás condiciones, cambios en los sistemas de producción agrícola, amenazas de poblaciones, habitantes de zonas costeras bajas e islas (1/3 de la población del planeta vive en los 600 Km. ribereños); desabastecimiento de alimentos (por incapacidad biológica y/o financiera para producir o adquirirlos), e inversamente, apertura de nichos de producción no considerados (PARLAMENTO LATINOAMERICANO, et al. 1998), las alteraciones en el proceso de demanda y satisfacción energética, afectarían grandes segmentos sociales y repercutirían en el comercio internacional, prosperidad económicas, estilos de vida.

d) Agricultura

Modificación de patrones productivos y rendimientos, al incrementarse el CO₂ atmosférico, los vegetales reducen su tasa de respiración e incrementan su eficiencia en el uso del agua, incrementando su producción de biomasa, agravando esto por la cualidad fotosintética, sensibilidad a plagas por mayor turgencia foliar, demanda paulatina de nutrimentos, acarreado riesgos de mineralización y agotamiento edáfico (IPCC, 1995).

1.3.2.9. Descripción Botánica de las especies forestales en investigación.

A) CAOBA (FLORES, 2005) realiza la siguiente descripción botánica.

TAXONOMÍA:

REINO: Plantae o vegetal

DIVISIÓN: Angiospermae

CLASE: Dicotyledoneae

ORDEN: Rutales

FAMILIA: Meliaceae

GÉNERO: Swietenia

ESPECIE: Macrophylla

NOMBRE COMÚN: Caoba.

NOMBRE CIENTÍFICO: *Swietenia macrophylla*.

DESCRIPCIÓN BOTÁNICA:

- **Árbol** de gran tamaño, de 30 a 60 metros de altura con el fuste limpio hasta los 25 metros de altura, los arboles adultos miden entre 75 a 350 cm a la altura del pecho.
- **Copa** con diámetro de 14 m. Presenta ramitas gruesas de color castaño con muchos puntos levantados ó lenticelas.
- **Fuste** recto, libre de ramas en buena proporción, bastante cilíndrico, los contrafuertes pueden tener una altura de más de 4 metros.
- **Corteza** externa color café rojizo oscuro con muchas fisuras profundas a lo largo del fuste, la corteza interna es de un color rosado rojizo hasta cafésáceo .Sabor amargo.
- **Hojas** alternas grandes, paripinnadas alternas de 20 a 40 cm de largo; pecioladas, portando de 6 a 12 foliolos delgados oblicuamente lanceolados por lo regular de 8 a 15 cm de largo y 2.5 a 7 cm de ancho, acuminados en el ápice, agudos o muy oblicuos en la base. Haz verde oscuro brillante, envés verde pálido.
- **Flores** colocadas sobre panículas de 10 a 20 cm de largo o más, glabras; cáliz 2 a 2.5 mm de largo, lóbulos cortos, redondeados; 5 pétalos ovados de color blanco, 5 a 6 mm de largo; 10 estambres formando un tubo cilíndrico con dientes agudos o acuminados.

- **Fruto** es una cápsula ovoide dehiscente, comúnmente de 6 a 25 cm de largo y 2 a 12 cm de diámetro, reducido hacia el ápice en punta, color pardo grisáceo, lisa o diminutamente verrugosa, con 4 y 5 valvas leñosas de 6 a 8 mm de grueso; cada cápsula contiene entre 45 a 70 semillas, esponjosas y frágiles.
- **Semillas** sámaras, aladas, livianas, de 7.5 a 10.0 cm de largo por 2.0 a 3.0 cm de ancho, de color rojizo cafésáceo, sabor muy amargo.

DISTRIBUCIÓN:

Es la especie del género que tiene el área de dispersión más extensa. Se distribuye naturalmente del Sur de México, vertiente del Atlántico en América Central hasta el Valle del Amazonas de Brasil y el Perú.

En Guatemala se encuentra distribuida en los departamentos de Petén, Quiché, Alta Verapaz, Izabal.

CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA:

GENERALES: Se considera que la madera de esta especie es una de las mejor conocidas en el mundo, por lo que ha sido el patrón de comparación durante mucho tiempo para todas las otras especies en la fabricación de muebles.

Color: Su madera es de duramen rojizo, rosado, salmón coloreada o de color amarillento cuando esta fresca poniéndose más oscura después de secarse al aire, la albura es delgada y de color amarillento.

- **Grano:** Grano recto a ligeramente entrecruzado, algunas veces con abigarramientos.
- **Textura:** Textura mediana.
- **Dureza:** de dura a moderadamente blanda y quebradiza.
- **Veteado:** Figura atractiva.
- **Brillo (lustre):** Superficie brillante, y lisa al tacto después de cepillada.
- **Sabor:** Sabor dulce a insípido.
- **Olor:** olor característico debido a los aceites y resinas que posee.

CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS:

La madera esta formada por vasos, fibras y parénquima. La porosidad basal parenquimal presenta las mismas características de la porosidad basal.

- **Canales:** Muy largos y finos paralelos, con depósitos de goma en su interior.
- **Marcas estriadas:** Estratificadas que se aprecian muy bien.
- **Parénquima:** visible a simple vista, apotraqueal en fajas marginales, con 2, 4 ó mas células de ancho; difuso escaso; con óleo-resina y cristales.
- **Poros:** poco visibles a simple vista; en distribución difusa; de forma ligeramente ovalada a circular; solitarios y múltiples; muy pocos a numerosos de 2 a 14 poros por mm²; medios en su mayoría variando de 91 a 232 u m de diámetro tangencial.
- **Vasos:** vasos con placa de perforación simple oblicua; puntuaciones intervasculares alternas, poligonales, muy pequeñas; elementos vasculares predominantemente sin prolongaciones y en menor proporción prolongaciones cortas en el extremo; cortos a largos. Poros obstruidos con óleo-resina y sustancia blanca.
- **Radios:** visibles bajo lupa en sección transversal y tangencial; homocelulares y heterocelulares multiseriados; extremadamente bajos a muy bajos variando de 202 a 758 u m de altura; estratificados; pocos a poco numerosos de 2 a 7 radios por mm; puntuaciones radiovasculares semejantes a intervasculares.
- **Fibras:** estrechas a medias, de paredes muy delgadas a delgadas; muy cortas a largas; septadas.
- **Anillos de crecimiento:** delimitados por fajas o líneas de parénquima marginal.
- **Punteaduras:** Intervasculares simples alternas con abertura incluida de pequeñas a medianas punteaduras radiovasculares de circulares a oblongas.
- **Inclusiones inorgánicas y orgánicas:** Algunas veces se presentan cristales, así como líneas de estratificación. Depósitos de goma son comunes.

USOS DE LA MADERA:

La madera de Caoba debido a su belleza, alta durabilidad natural, fácil trabajabilidad y alta estabilidad dimensional corresponde al grupo de maderas denominadas de utilidad general y puede usarse en: Construcciones livianas y molduras, embarcaciones (cobertura, pisos); parquet doméstico, acabados y divisiones interiores, muebles de lujo, gabinetes de primera clase, chapa plana decorativa, contrachapados, artículos torneados, cajas para joyas, instrumentos musicales (o parte de estos), instrumentos científicos, fósforos, palillos, lápices.

Mueblería en general, ebanistería, esculturas, artesanías finas, puertas talladas, paneles, armería, juguetes educativos, pisos, utensilios domésticos.

OTROS USOS:

- **Reforestación:** Es una especie apta para la reforestación.
- **Melífera:** Excelente melífera.
- **Medicinal:** La corteza tiene propiedades astringentes, tónicas y febrífugas. El té de sus semillas es recomendado para el dolor de pecho

B) CEDRO (FLORES, 2005) realiza la siguiente descripción botánica.

TAXONOMÍA:

REINO: Plantae o vegetal

DIVISIÓN: Angiospermae

CLASE: Dicotyledoneae

ORDEN: Rutales

FAMILIA: Meliaceae

GENERO: Cedrela

ESPECIE: Odonata

NOMBRE COMÚN: Cedro.

NOMBRE CIENTÍFICO: *Cedrela odorata*.

DESCRIPCIÓN BOTÁNICA:

- **Árbol** de mediano a grande de 12 a 60 m de altura y con un diámetro a la altura del pecho de 60 cm a 2.5 m.
- **Copa** Ancha y redonda. Ramificaciones gruesas con lenticelas redondas en ramas jóvenes.
- **Fuste** recto, bien formado, cilíndrico; con contrafuertes en la base.
- **Corteza** externa amarga y de color rojizo, profundamente fisurada. Interna color rosada, cambiando a pardo amarillenta. Posee olor a ajo y sabor amargo.
- **Hojas** compuestas, alternas paripinnadas y grandes, hasta de 1 m de largo. Peciolos de 8 - 10 mm. de largo, delgados, folíolos 10-30 opuestos, oblicuamente lanceolados, comúnmente de 4.5 a 14 cm de largo y 2.0 a 4.5 cm. de ancho, largamente acuminados, en la base de un lado anchamente redondeados y por el otro agudo (desigual) glabros o más o menos glabros o puberulentos en las venas del envés.
- **Flores** Masculinas y femeninas en la misma inflorescencia, colocadas en panículas terminales o axilares de 35 a 35 cm. de largo; los pedicelos de 1 a 2 mm. de largo, cáliz esparcidamente puberulento, los lóbulos agudos, pétalos oblongos de color crema verdoso, 5 a 6 mm de largo, agudos u obtusos, velutinoso puberulentos; filamentos glabros.
- **Frutos** en cápsulas con dehiscencia longitudinal septicida (se abre en cinco carpelos), 4 a 7 cm de largo; es leñoso, color café oscuro, de superficie externa lenticelada y lisa; el fruto se desprende una vez liberadas las semillas; en estado inmaduro, poseen un color verde y al madurar se tornan café oscuro. Contiene un exudado blanquecino, con fuerte olor a ajo antes de madurar. Tiene de 20 a 25 semillas pequeñas y alargadas.
- **Semillas** aladas, color pardo, elíptica, miden 1.2 a 4.0 cm de largo y entre 5 a 8 mm de ancho, con la parte seminal hacia el ápice del fruto; la testa es de color castaño rojizo; el embrión es recto, comprimido, color blanco o crema y ocupa gran parte de la cavidad de la semilla; tiene dos cotiledones grandes, planos, foliáceos, frondosos, ligeramente ovoides; la radícula es corta e inferior; estas

semillas presentan una delgada capa de endospermo, triploide, firme, carnoso, amargo, blanco y opaco.

DISTRIBUCIÓN:

Se distribuye desde el Norte de México hasta el Norte de Argentina, incluidas las islas del Caribe.

CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA:

GENERALES:

- **Color:** Duramen color marrón rosado con lustre áureo, albura color pardo amarillento.
- **Olor:** fragante característico.
- **Sabor:** levemente amargo.
- **Grano:** derecho y algo veteado semejante a Caoba.
- **Textura:** mediana.
- **Figura:** compuesta por arcos superpuestos con reflejos dorados y satinados.
- **Brillo:** Superficie brillante y lisa al tacto, cuando esta cepillada.
- **Dureza:** Moderadamente dura.

CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS:

- **Marcas estriadas:** Ausentes.
- **Anillos de crecimientos:** Distintos e indicados por fajas concéntricas angostas de parénquima leñoso, de color más claro que el fondo y a veces por el arreglo de los poros en anillos.
- **Poros:** No numerosos, uniformemente distribuidos con excepción de los anillos mencionados, usualmente en grupos de 2 a 3 abiertos o cerrados; las líneas vasculares producen rasgaduras finas, más oscuras que la masa fundamental y a menudo llenas de goma oscura.

- **Parénquima paratraqueal:** Escaso y visible con facilidad; además, se localiza el apotraqueal escaso y bandas paralelas de parénquima terminal.
- **Radios:** De tamaño mediano, multiseriados en su mayoría y uniseriados, de tipo homogéneo y heterogéneo.
- **Fibras:** Tamaño mediano, ventriformes y algunas septadas con 2 a 3 septos por fibra.
- **Punteaduras:** Intervasculares simples alternas, abertura incluida, de medianas a grandes (7-14u), punteaduras radiovasculares de circulares a oblongas.
- **Traqueidas:** Vasculares presentes.
- **Inclusiones inorgánicas y orgánicas:** gomas son comunes.

USOS DE LA MADERA:

Los primeros colonizadores y mayas la utilizaron por sus características principalmente para canoas y construcción de casas, pues es una madera que no es atacada por la polilla, también se uso desde los tiempos de la colonia intensamente para otros usos como muebles, gabinetes, etc., teniéndola como una madera muy fina y preciosa.

Fue motivo de gran exportación para madera de cajas para puros y cigarrillos desde el año 1800, hasta la fecha todavía se usa para cajas de perfumes y lociones de calidad; estos usos se le dieron por su fácil trabajo y robustez con relación a su peso.

Puede usarse en acabados y divisiones interiores, muebles de lujo, chapa plano decorativas, artículos torneados, gabinetes de primera clase, ebanistería, puertas y ventanas, puertas talladas, contrachapados, botes (partes internas), molduras y paneles.

Palillo y cajas de fósforos, regular para la producción de pulpa para papel y carpintería.

Corresponde al grupo de maderas denominadas de utilidad general, puede ser utilizada para pisos.

OTROS USOS:

- **Ornamental:** Se le usa con frecuencia en Guatemala para ornamento y también como sombra de café y para hacer alamedas, pero a la fecha por su demanda en

todos estos sitios ha sido cortada para el mercado y actualmente los arboles existentes son de diámetros no aprovechables.

- **Resina:** Es de muy buena calidad, se uso para preparar muestras de laboratorio.
- **Uso medicinal:** La corteza puede servir como febrífugo (contra la fiebre) y en cocimiento de hojas y corteza para dolores y contra el paludismo.
- **Melífera:** En época de floración es visitada por las abejas.

C). BOLAINA (FLORES, 2005) realiza la siguiente descripción botánica.

TAXONOMÍA:

REINO: Plantae o vegetal

DIVISIÓN: Angiospermae

CLASE: Dicotyledoneae

ORDEN: Malvales

FAMILIA: Sterculiaceae

GENERO: Guazuma

ESPECIE: Crinita

NOMBRE COMÚN: Bolaina blanca.

NOMBRE CIENTÍFICO: *Guazuma crinita*.

DESCRIPCIÓN BOTÁNICA:

- **Árbol** alcanza 35 m de altura y 50 cm de diámetro; tronco circular, sin aletones o éstos extendidos y ramificados. Copa plana o aparasolada, sobre el tercio superior.
- **Copa** plana o aparasolada, sobre el tercio superior.
- **Corteza** superficial del tronco es grisácea, negruzca, agrietada a fisurada. Corteza viva con muchas laminillas; es posible obtener de ella tiras largas; en árboles de cierto grosor se observan dos capas; una externa fibroso-compacta y

otra interna fibrosa-laminar, ambas de color crema, oxidando a marrón oscuro después de unos segundos de ser expuestas al aire: exudan un mucílago incoloro, escaso y dulceíno

- **Hojas:** Simples, alternas y dísticas, de 10-18 cm de longitud, y 5-7 cm de ancho, el peciolo de 1.5-2 cm de longitud, pulvinulado, las láminas ovadas, frecuentemente asimétricas, aserradas, la nervación palmeada, los nervios secundarios prominulos en haz y envés, el ápice agudo y acuminado, la base cordada, las hojas cubiertas de pubescencia de pelos estrellados y escamosos (10 x) sobre todo por el envés.
- **Inflorescencias:** Panículas axilares de unos 8-12 x 3-6 cm con muchas flores.
- **Flores:** Pequeñas, de 8-12 mm de longitud, hermafroditas, con cáliz y corola presentes, los pedicelos de 4-8 mm de longitud, el cáliz de 2-3 mm de longitud, la corola de 6-12 mm de longitud, de color rosado, con cinco pétalos, cada uno de ellos en forma de cuchara y con dos largos apéndices en el extremo, el androceo formado por cinco columnas estaminales que portan en su extremo numerosas anteras, el gineceo con ovario súpero, ovoide, pequeño.
- **Frutos:** Cápsulas globosas de unos 4-8 mm de diámetro con la superficie densamente cubierta de pelos largos, de unos 3-4 cm de longitud.

DISTRIBUCIÓN:

Se encuentra en los departamentos de Amazonas, Huánuco, Junín, Loreto, Madre de Dios, Pasco, San Martín y Ucayali, entre 0 y 1000 msnm. La especie existe en bajas cantidades en la Amazonía central y en cantidades medias en la Amazonía sur del Perú.

CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA:

El tronco recién cortado presenta las capas externas de madera (albura) de color blanco similar a las capas internas (duramen), observándose entre ambas capas un leve y gradual contraste de color. En la madera seca al aire la albura se torna de color blanco y el duramen marrón muy pálido.

- **Olor:** No distintivo.
- **Lustre o brillo:** Moderado a elevado.

- **Grano:** Recto.
- **Textura:** Media.
- **Veteado o figura:** Satinado brillante en la sección radial por contraste de los radios. Líneas verticales vasculares.

Madera liviana, que presenta contracciones lineales medias y la contracción volumétrica estable. Para la resistencia mecánica se sitúa en el límite de la categoría baja con la categoría media.

USOS DE LA MADERA

La madera es de buena calidad, aunque blanda y liviana, tiene buena durabilidad. Se le usa en carpintería, elaboración de utensilios pequeños como paletas de chupetes, mondadientes, palos de fósforos y artesanía; en años recientes se le usa crecientemente en la industria de los tableros contrachapados.

La corteza interna fibrosa es empleada localmente como material de amarre.

D) CAPIRONA (FLORES, 2005) realiza la siguiente descripción botánica.

TAXONOMÍA:

REINO: Plantae o vegetal

DIVISIÓN: Angiospermae

CLASE: Dicotyledoneae

ORDEN: Gentianales

FAMILIA: Rubiaceae

GENERO: Calycophyllum

ESPECIE: Sprucearum

NOMBRE COMÚN: Capirona.

NOMBRE CIENTÍFICO: *Calycophyllum Sprucearum*.

DESCRIPCIÓN BOTÁNICA:

Árbol de 50-120 cm de diámetro y 20-35 m de alto, con el fuste muy recto, cilíndrico, regular, la copa en el último tercio, la base del fuste recta.

Corteza externa lisa, color verde, muy característica, homogénea, tersa y lustrosa, dando la impresión de un poste bien pulido, provista de ritidoma papiráceo rojizo que se desprende en placas grandes, irregulares, revelando la superficie verduzca de la corteza.

Corteza interna homogénea, muy delgada, de 1- 2 mm espesor, color crema verduco.

Ramitas terminales con sección circular o aplanadas en las zonas terminales, de 5-6 mm de diámetro, color marrón rojizo cuando secas, lisas, lustrosas, provistas de lenticelas blanquecinas.

Hojas simples, opuestas decusadas, elípticas u oblongas, de 5-10 cm de longitud y 3-5 cm de ancho, los peciolo de 1.5-2.5 cm de longitud, acanalados, las láminas enteras, el ápice agudo gruesamente acuminado, la base obtusa, la nervación pinnada, los nervios secundarios 12-15 pares, levemente impresos en la haz y en relieve en el envés, al igual que el nervio central, las axilas de los nervios secundarios con diminutos mechones de pelos o domatios en el envés (10x), las láminas cartáceas.

Inflorescencias cimas terminales de 10-15 cm de longitud, provistas de numerosas flores.

Flores hermafroditas, con cáliz y corola presentes, las flores de 1-1.5 cm de longitud, cuando tiernas envueltas totalmente en una bráctea decidua, que es normalmente eliminada primero por la flor central de cada trío de la cima, los pedicelos de 2-3 mm de longitud, pubescentes, el cáliz provisto de 5-6 apéndices de 1 mm de longitud, la corola tubular-campanulada, 5-6-lobulada, pubescente en el interior, los estambres 5-6 , epipétalos en la comisura de los lóbulos, excertos, las anteras dorsifijas, el pistilo con ovario ínfero, elipsoide-truncado, el estilo filiforme y el estigma bifido, excertos.

Frutos cápsulas pequeñas, elipsoide-alargadas, de 5-8 mm de longitud, pubescentes en su superficie; abren en dos valvas cuando maduran, las semillas diminutas, aladas y alargadas, con el embrión en posición central.

DISTRIBUCIÓN:

Se encuentra en la amazonia de Perú y Brasil. En el Perú se encuentra en los departamentos de Amazonas, San Martín, Huánuco, Loreto, Madre de Dios y Ucayali. Se encuentra en los bosques primarios y secundarios, en terrenos periódicamente inundados, en las formaciones ecológicas de bosque seco tropical, bosque húmedo tropical o bosques muy húmedos tropicales. A veces crece en comunidades - manchales, llamadas capironales.

CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA:

Color : Pardo blanco

Brillo : Medio intenso

Grano : Recto, entrecruzado

Textura : Muy Fina

Veteado : No marcado

- **Conservación** : Las trozas deben permanecer durante varios meses en el bosque después del tumbado. y efectuar tratamiento.
- **Aserrío y Secado** : Aserrío intermedio. No presenta dificultad en el aserrío a pesar de su elevada densidad genera efecto de desafilado medio. Buen comportamiento con programas suave de 10 días para espesores menores de 30mm. Para disminuir el riesgo de colapso y rajaduras requiere un tratamiento de desflamado. Trabajabilidad difícil debido a su dureza, presenta riesgos de rajaduras al clavado, permite acabados buenos.
- **Durabilidad** : Presenta una media resistencia al ataque de hongos y termitas. No requiere de preservación

USOS DE LA MADERA:

En base a las propiedades descritas, la madera de Capirona puede utilizarse en estructuras, vigas, columnas, en pisos, machihembrados, postes, mangos de herramientas, ebanistería, artículos de deportes, escultura, arcos, etc.

E) TECA. (LOPEZ, 2006) realiza la siguiente descripción botánica

TAXONOMÍA:**REINO:** Plantae o vegetal**DIVISIÓN:** Magnoliophyta**CLASE:** Magnoliopsida**ORDEN:** Lamiales**FAMILIA:** Verbenaceae**GENERO:** Tectona**ESPECIE:** T. grandis**NOMBRE COMÚN:** Teca**NOMBRE CIENTÍFICO:** *Tectona grandis***DESCRIPCIÓN BOTÁNICA:**

Tectona grandis (teca) es un árbol frondoso de la familia de las Verbenáceas que alcanza hasta 30 m de altura. Nombrada como la Reina de las Maderas, entre los conocedores, pues su apariencia se hace más bella con el paso de los años y tiene la capacidad de no dañarse cuando entra en contacto con metales, lo que la hace muy valiosa para la fabricación de muebles de alto valor y embarcaciones lujosas. Es nativo de la India, Myanmar, Laos y Tailandia, tiene una larga historia de ordenación sistemática. Se introdujo en Indonesia (Java) hace cientos de años y las más antiguas plantaciones de teca en Sri Lanka se han documentado a fines del siglo XVII. Los primeros sistemas intensivos de ordenación de los bosques naturales se desarrollaron hace unos 150 años en Myanmar, desde donde la ordenación activa de la especie pasó a la India y Tailandia durante un período de unos 40 años. Hoy día se encuentra la teca en muchos otros países asiáticos, y extensas plantaciones se han establecido también en África y América Central y del Sur. Se ha hecho evidente que la explotación de los bosques naturales no puede seguir respondiendo a la demanda de madera de teca, y la insuficiencia previsible de este material ha avivado el interés por las plantaciones de teca.

Usos de la Madera

La madera de teca es de albura blanquecina y duramen amarillento o bronceo, aspecto grasiento, vetas rectas y peso específico entre 0,55 y 0,8 con humedad del 12%, muy dura, elástica e incorruptible. Es tan resistente que se usa para muebles de jardín que se mojan frecuentemente, y con madera de teca no se desgastan tanto, como para veleros de gran tamaño, pues la madera debe ser buena para estar mojada todo el tiempo y para aguantar mucho peso. La madera posee gran resistencia al ataque de hongos e insectos; por sus excelentes características, se considera como una de las más valiosas del mundo.

Origen

Inicialmente originario de las Indias Orientales, específicamente en la India, Malasia, y Myanmar, entre otras regiones del Sureste de Asia; en la actualidad existen plantaciones en muchos países de América como El Salvador, Costa Rica, Panamá, Ecuador, Perú y Brasil. De acuerdo con el poeta Persa Firdusi, el primer tablero de Ajedrez de la historia fue construido en parte con madera Teca y mármol.

Requerimientos.

Su crecimiento puede darse en variadas condiciones, pero si se desea una madera de alta calidad deben darse las siguientes condiciones:

- Altura: entre los 0 y 800 msnm (metros sobre el nivel del mar)
- Suelos: ricos en calcio, planos y con un buen drenaje.
- En la temporada lluviosa: entre 1.500 a 2.500 mm de precipitación anual.
- En la temporada seca: entre 10 y 50 mm de lluvia y con una duración máxima de 3 meses.

Requiere de climas con una estación seca bien definida (3 a 5 meses), con temperaturas medias anuales entre 22 y 28 °C, una precipitación media anual de 1250 a 2500 mm y altitudes entre los 0 y 1000 msnm.

Entre los factores limitantes más importantes para la especie se consideran los suelos poco profundos, compactados o arcillosos, con bajo contenido de calcio o magnesio, con pendiente, mal drenaje y altitudes mayores a 1000 msnm.

Si estas condiciones no se cumplen, se obtiene una madera de menor calidad y menor valor comercial. Las mejores maderas de teca provienen de árboles "viejos" (por encima de 20 años de edad al ser cortados).

La teca tiene una alta capacidad de rebrote, lo que la hace resistente a incendios forestales; por su alta densidad y dureza las termitas no la penetran.

Multiplicación

En el área centroamericana, por ejemplo, inicia la floración entre los cinco y los ocho años, a partir de esta fecha comienzan a producir semilla fértil, la cual generalmente presenta latencia, por lo que requiere de tratamientos de escarificación. Es una especie muy resistente a plagas y enfermedades. Por su importancia se han realizado múltiples estudios de mejoramiento genético, para identificar el germoplasma ideal para cada zona de interés principalmente en Asia.

1.3.3. Recursos Naturales del Departamento de San Martín

En San Martín, como en todos los ecosistemas tropicales, la tierra es uno de los recursos económicos más valiosos y, a la vez uno de los más frágiles, pues de ella depende gran parte de la sobrevivencia de su población.

La Oficina Nacional de Evaluación de los Recursos Naturales (ONERN) ha realizado estudios sobre las características de los suelos en el Departamento de San Martín y, basándose en sus diferencias físicas y químicas, los ha clasificado según las posibilidades y capacidades que ofrecen para determinados usos. Técnicamente se llama Capacidad de Uso Mayor del Suelo.

1.3.3.0 Capacidad de Uso y Uso Mayor del Suelo en San Martín

La capacidad de uso del suelo en San Martín esta en función a sus potenciales y limitaciones para producir diversos cultivos agrícolas, pastos o forrajes, así como también incluye los bosques de protección. La clasificación del territorio según su capacidad de uso se muestra en el Cuadro 01:

Cuadro 01: Capacidad de Uso Mayor de Suelo del departamento de San Martín.

C.U.M	CLAVE	ÁREA (ha)	%
Cultivo en limpio	A	198,434	3.83
Cultivos permanentes	C	415,853	8.03
Pastos	P	83,851	1.62
Forestal	F	825,982	15.95
Protección	X	3'619,876	69.89
Cuerpos de Agua		35,646	0.69
Total		5'179,642	100

Zonificación Ecológica Económica 2005.

La ONERN, detalla que en el Departamento de San Martín predominan tres diferentes tipos de suelos: aluvionales recientes, aluvionales antiguos y suelos de materiales residuales, cada uno tiene sus características propias que determinan su capacidad de uso. Esta calificación constituye una referencia para la mejor administración del uso del suelo y para evitar posibles desequilibrios ecológicos perjudiciales para todos. Esto quiere decir que no siempre el uso que se hace del suelo optimiza sus capacidades. (REYES, 2000). ONERN detalla que existe en el Departamento de San Martín seis tipos diferentes de tierras, como se explica en el cuadro 02:

Cuadro 02: Tipos diferentes de tierras del departamento de San Martín.

C.U.M	CLAVE	ÁREA (ha)	%
Cultivo en limpio	A3ES	381, 100	7.4
Cultivos permanentes	C3ES	189, 592	3.7
Pastos	P2ES	95.508	1.9
Forestal	F	562.557	11.0
Protección	X	3 899.019	75.9
Otros		7.309	0.1

Fuente: Ministerio de Agricultura – Región San Martín.

1.3.3.1 Uso Actual del Suelo y sus Principales problemas

El termino uso actual del suelo, viene a ser el uso que se le da en la mayor parte de las chacras o predios del departamento, no corresponde a sus capacidades ni a sus posibilidades.

Estudios realizados por la ONERN, muestran actividades agrícolas y pecuarias en los terrenos circundantes a los centros poblados, sembrándose cultivos en limpio como maíz, arroz desecano, plátano, yuca, etc. Sin embargo, la capacidad de estas tierras pronto empezó a agotarse y, con ella aumentaron las dificultades financieras y de comercialización. Estas presiones sobre las áreas de cultivo aumentaron en los años 80, cuando la coca inicio uno de los boom de explotación mas espectaculares que se haya conocido en el departamento de San Martín, debiendo recurrir entonces a la búsqueda de nuevas tierras sobre las laderas y las pendientes de aptitud forestal y de protección.

Desde 1984, detalla la ONERN que se observa una disminución de los cultivos en limpio y un incremento progresivo de cultivos permanentes y de pastos, teniendo su explicación en la reciente contracción del mercado de este tipo de productos (principalmente maíz y arroz), así como también en las oleadas de migrantes campesinos de Amazonas y Cajamarca, que están mas acostumbrados a la producción de café, cacao y ganado vacuno. Trayendo como consecuencia la evidente expansión de terrenos degradados, como shapunbales y pajonales y de áreas sometidas a fenómenos de erosión y remoción de masas. (COLLAZOS, 2003).

1.3.3.4 Otros Recursos Potenciales del Departamento de San Martín

a) Recursos Hídricos

Sus recursos hídricos son bastos y lo constituye la cuenca hidrográfica del río Huallaga que es su principal afluente del río Marañón, el que lo confiere una configuración topográfica llana y cerros con alturas que van de 300 a 2,000 metros de altura. Sus tributarios principales son los ríos: Mayo, Huaybamba, Biavo, Saposoa, Tocache, y otros.

Muchos de estos afluentes tienen un buen potencial para la generación de energía, así como para usos agrícolas, pecuarios, turísticos, domésticos. Si bien estos recursos son

relativamente abundantes en la zona, deben ser cuidadosamente manejados para evitar riesgos y posibles desastres ecológicos.

b) Recursos Minerales

Existen variedades de recursos minerales distribuidos en todas las provincias y distritos del Departamento de San Martín, destacando hidrocarburos, mármoles, materiales de construcción, piedras semi preciosas, cuarzos, oro, unidades rocosas como las calizas y margas, así como depósitos en forma de domos de sal, yeso, anhidrita y acumulaciones de arena y grava.

1.3.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS.

a) Biomasa

La biomasa o masa biológica, es la masa total de los seres vivos presentes en una determinada área en un momento determinado y suele expresarse en toneladas de materia seca por unidad de superficie o de volumen, de lo que se deduce que se trata de un concepto difícil de cuantificar y medir, pero es un concepto útil al proporcionar una orientación sobre la riqueza en materia orgánica que en un determinado momento posee un ecosistema. (IPARRAGUIRRE, 2000). La cuantificación de la biomasa en un ecosistema, es una tarea relativamente compleja, sobre todo en el estrato superior.

El término biomasa vegetal es la suma total de materia orgánica viva de las plantas fotosintéticamente activas en una unidad de área dada tanto arriba como abajo del nivel del suelo (GARCIDUEÑAS, 1987).

La biomasa es un parámetro ecológico muy importante que nos ayuda a entender la dinámica de la energía en el ecosistema, como resultado de la acumulación de la materia orgánica producto de la fotosíntesis; a cuantificar la cantidad de nutrientes que se encuentran en la vegetación y a diferenciar los estados de sucesión (GILLESPIE ET AL., 1990).

La producción y el aumento de la biomasa está influenciada por diversos factores tales como clima, especie, edad, calidad del sitio, fertilización, posición sobre la pendiente, elevación, exposición, densidad del rodal, sistema silvícola aplicado, región geográfica,

variación genética, año de muestreo, contaminación atmosférica y cambios estacionales, entre otros

b) Dióxido de carbono

Es fundamental en el equilibrio gaseoso, una parte de el se preserva en la atmósfera, otra, en forma de carbonatos, va a dar a los océanos, donde los organismos marinos lo depositan en el fondo del mar y una tercera parte, tomada por los vegetales, es retenida en sus tejidos y parcialmente introducida al suelo donde se fosiliza (UNEP y GENS, 1992), una pequeña fracción se agrega también por emisiones volcánicas. El CO_2 es el principal gas de efecto invernadero (GEI), responsable de las dos terceras partes de volúmenes emitidos y calentamiento proporcional.

Los bosques regulan el 70% del flujo de carbono entre la biosfera y la atmósfera, se explica esto por los altos contenidos de moléculas carbónicas en la xilomasa, la lignina y celulosa están conformadas en 49% de carbono, 2.2t que son capaces de generar 1t de carbono (LÓPEZ,1998).

Se estima en 5.7t el volumen de carbono emitido a la atmósfera cada año, consecuencia de la quema de combustibles fósiles y de bosques y desmontes. Son los sumideros mayores, bosque y océanos, retienen alrededor de 4Gt (PARLAMENTO LATINOAMERICANO et al, 1998).

c) Carbono Almacenado

La cantidad de carbono (C) secuestrado se relaciona a la capacidad del bosque de mantener una cierta cantidad de biomasa por hectárea, la cual esta en función a su heterogeneidad y esta determinada por las condiciones del suelo y clima.

Las plantas tienen la capacidad de almacenar el dióxido de carbono de la atmósfera basando en el hecho de que durante la fotosíntesis se fija carbono, que luego utilizan para generar el alimento necesario para su crecimiento, estimándose que una hectárea de plantación arbórea puede absorber alrededor de 10 t de carbono por hectárea/año de la atmósfera, dependiendo de las condiciones del lugar.

Se asume que el 45% de la biomasa vegetal seca es carbono. Existe en los bosques una acumulación de carbono que no es liberado a la atmósfera. En ecosistemas de bosque

tropicales la biomasa seca puede variar entre 150 y 382 TM/ha, por lo tanto el carbono almacenado varia entre 67,5 a 171 TM/ha.

d) Secuestro de Carbono

Es el proceso de fijación de carbono en forma continua en cualquier sistema de uso de la tierra como consecuencia de alguna intervención sobre áreas degradadas o en proceso de degradación. Estas intervenciones pueden ser programas de manejo de suelos con reforestación, agroforestación o conservación de suelos. Generalmente los estimados de las cantidades fijadas de carbono se expresa en toneladas de carbono por hectárea y año (TM/ha/año). Se puede medir en diferentes sistemas de uso de la tierra cuyos antecedentes (tiempo de uso principalmente), son conocidos por los agricultores. Estos sistemas pueden ser el bosque primario, áreas quemadas para cultivos anuales o plantaciones, bosques secundarios de diferentes edades, pasturas, sistemas agroforestales, barbechos mejorados, sistemas silvopastoriles, etc. Así en todos estos sistemas se determina el secuestro de carbono.

e) Mecanismo para un desarrollo limpio

El mecanismo más importante para los bosques en los países en desarrollo es el Mecanismo para un desarrollo limpio (MDL) del Protocolo de Kyoto, que permite a los países desarrollados cumplir parte de sus obligaciones de reducción de gases de invernadero mediante proyectos compensatorios en países en desarrollo. (Eguren, C.L. 2004)

Los proyectos del MDL que reducen las emisiones en las fuentes pueden realizarse en muchos sectores, particularmente el de la energía, incluida la dendroenergía. No obstante, las únicas actividades de absorción de carbono permitidas son la forestación y la reforestación. No se admiten proyectos para reducir la deforestación o la degradación forestal. Tampoco se admite la absorción de carbono en cultivos y suelos agrícolas durante el primer periodo de compromiso del Protocolo de Kyoto. Los proyectos del MDL deben promover el desarrollo sostenible en los países receptores mediante la inversión y mediante la transferencia de conocimientos y tecnologías. También son factibles proyectos del MDL unilaterales en el país receptor y la venta ulterior de créditos. (Eguren, C.L. 2004)

El MDL es un mecanismo mercantil, impulsado por la demanda de créditos - reducciones certificadas de emisiones- por parte de entidades privadas o públicas de los países desarrollados y por la oferta de proyectos de compensación en los países en desarrollo (Eguren, C.L. 2004).

El acuerdo de Kyoto estableció un objetivo vinculante para la reducción de los gases de invernadero del 5% por debajo de los niveles de 1990 para los países industrializados, que debería alcanzarse en el primer período de compromiso (2008 a 2012). Este objetivo sigue el principio de responsabilidades comunes pero diferenciadas, según el cual los contaminadores históricos de la atmósfera deben asumir la responsabilidad de iniciar las reducciones de emisiones. Aunque los países en desarrollo se han comprometido en general a reducir las emisiones en el primer periodo de compromiso, su obligación no ha sido cuantificada. (PNUD. 1997.)

No obstante, los países en desarrollo tienen la posibilidad de contribuir a mitigar el cambio climático participando directa o indirectamente en el Mecanismo para un desarrollo limpio (MDL). Según este mecanismo, los países pueden generar compensaciones de emisión apoyando en los países en desarrollo proyectos de desarrollo sostenible que reduzcan las emisiones o absorban el carbono en los bosques. Sin embargo, aunque el MDL permite proyectos de energía renovable (por ejemplo, proyectos que sustituyan los combustibles fósiles por fuentes renovables de dendroenergía), en el sector del uso de la tierra permite tan solo proyectos de plantación (reforestación, o sea plantación forestal en tierras deforestadas antes de 1990, y forestación, o sea plantación forestal donde no ha habido vegetación al menos durante 50 años) concebidos para absorber el carbono de la atmósfera. Pese al debate internacional sobre esta cuestión, los proyectos de la atmósfera. Pese al debate internacional sobre esta cuestión, los proyectos de conservación forestal se excluyen del MDL. (Eguren, C.L. 2004)

Antes de que las administraciones forestales nacionales emprendan la forestación y la reforestación en relación con el cambio climático, es preciso examinar algunas condiciones y cumplir muchos requisitos (FAO, 2005)

1.4. VARIABLES.

1.4.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA CIUDAD.

A) Ubicación geográfica.

Según el EIA Agrícola del Caynarachi S.A. manifiesta en la descripción de la zona donde se desarrollo el proyecto de investigación lo siguiente:

El centro poblado de Alianza se ubica en la margen izquierda del Río Shanusi en el departamento de San Martín, específicamente a 20 KM de la localidad de Barranquita, el mismo que pertenece a la provincia de Lamas, cerca al límite con la región Loreto a una altura promedio de 160 msnm.

EL centro poblado de alianza limita:

NORTE : Con la localidad de Barranquita

SUR : con la provincia de Alto Amazonas

ESTE : con la margen izquierda de río Shanusi.

OESTE : Con la provincia de Alto Amazonas

B) Clima y Meteorología

Desde el punto de vista climático, la zona de Proyecto corresponde a la categoría de clima cálido húmedo, el cual se caracteriza por presentar precipitaciones promedios anuales de 2,000 mm., y temperaturas medias de 25°C (E.I.A Agrícola del Caynarachi S.A. 2008)

• Precipitación Pluvial

La evaluación se ha realizado a partir de la información registrada en cuatro (04) estaciones meteorológicas, ubicadas en zonas cercanas al Área de influencia del Proyecto.

La precipitación fluctúa entre los 50 mm. y 416 mm., siendo la estación de Pongo la que registra los valores más altos, condicionado por su ubicación en las faldas de la Cordillera Escalera. Las estaciones de Shanusi y Huimbayoc, son las que se encuentran más próximas al área del proyecto razón por la cual sus valores son los más representativos. Los datos de precipitación promedio se pueden observar en el cuadro 03. (E.I.A Agrícola del Caynarachi S.A. 2008)

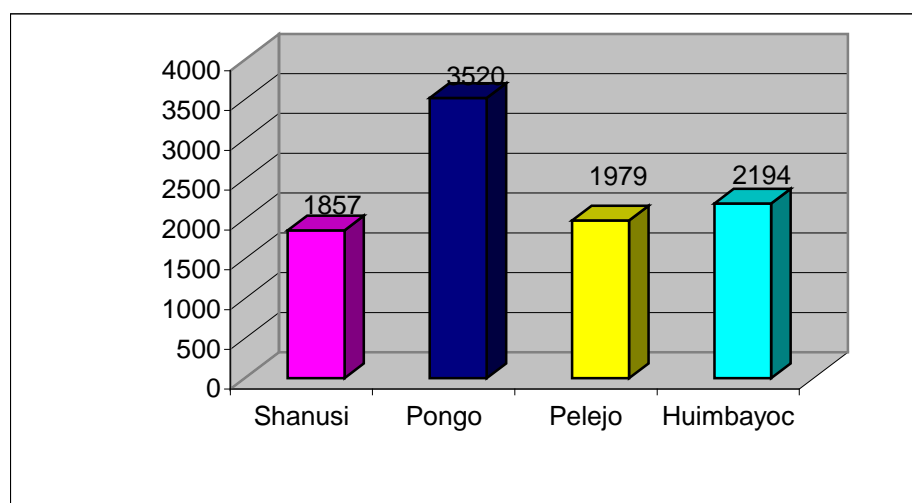
Cuadro 03 - Precipitación promedio por mes (mm)

Estaciones	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
Shanusi	201	204	178	217	124	89	95	50	113	202	221	163	1857
Pongo	260	306	416	380	274	208	160	184	272	362	404	294	3520
Pelejo	183	182	249	180	152	122	88	102	142	195	216	168	1979
Huimbayoc	188	248	184	228	160	171	98	86	169	221	207	234	2194

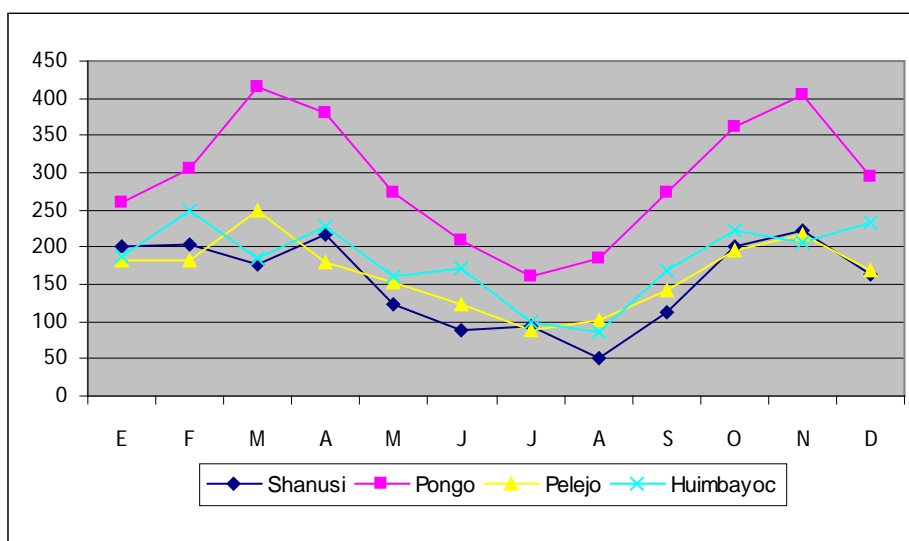
Fuente: EIA Agrícola del Caynarachi 2009.

En el cuadro 03 se puede apreciar que el promedio de precipitación anual en la zona oscila entre los 1857 mm (Shanusi) y los 3520mm, y es en esta estación en donde se registran los valores más altos, a lo largo del año presentando el mismo comportamiento que las registradas en las otras estaciones, es decir, de precipitaciones muy variables, presentando varios picos, marzo y noviembre a pesar de registrar una menor precipitación de junio a setiembre (E.I.A Agrícola del Caynarachi S.A. 2008)

Gráfico 01 - Precipitación Promedio Anual



Fuente: EIA Agrícola del Caynarachi 2009.

Gráfico 02 - Precipitación promedio mensual

Fuente: EIA Agrícola del Caynarachi 2009.

• Temperatura

Su distribución es generalmente uniforme, y la oscilación térmica se encuentra en el rango de 2°C por la propia cercanía a la línea ecuatorial.

En el Área del Proyecto la temperatura se encuentra en el orden de 24°C, promedio anual (iso-hipertérmico) para los ámbitos secos y entre 18° y 22°C (iso-mesotérmico) promedio anual para los sectores más húmedos y elevados. (E.I.A Agrícola del Caynarachi S.A. 2008)

• Humedad relativa

Está condicionada por la precipitación pluvial y de la nubosidad persistente a lo largo del año. Los sectores más secos del Área del Proyecto reportan alrededor de 83% como promedio anual, variando a 89% en zonas altas y nubosas. (E.I.A Agrícola del Caynarachi S.A. 2008)

• Evaporación

En los lugares más húmedos, de escasa insolación directa y cielos mayormente cubiertos de nubes, se reportan valores promedio total anual menores a 500 mm. (E.I.A Agrícola del Caynarachi S.A. 2008)

C) Hidrología

La red hidrológica de la región San Martín comprende un sector de la cuenca del río Huallaga Central y sus tributarios principales de la margen izquierda tienen sus nacientes en la Cordillera Oriental, algunos de ellos a más de 4,000 m.s.n.m; mientras que los de la margen derecha nacen en la Cordillera Sub-Andina a unos 2,000 m.s.n.m. Es importante señalar que los valles formados en las partes media y baja de los principales ríos de la región, presentan altitudes que no sobrepasan los 1,000 m.s.n.m. .(E.I.A Agrícola del Caynarachi S.A. 2008)

Desde el punto de vista hidrográfico, el Área del Proyecto se encuentra ubicada dentro de la cuenca del río Huallaga (afluente del río Marañón), comprendiendo a sus afluentes los ríos Caynarachi y Shanusi ambos por la margen izquierda .(E.I.A Agrícola del Caynarachi S.A. 2008)

A continuación se hace una descripción de las características de los ríos en mención:

- **Río Huallaga**

Es el mayor y más importante afluente del río Marañón con una longitud de 1,300 Km. y pertenece al grupo de los grandes ríos del Sistema Hidrográfico del Amazonas. Nace en la laguna de Huascacocha, con el nombre de río Ranracancha, región de Pasco, al sur de la llamada Cordillera de Raura, a 4710 m.s.n.m, cambiando sucesivamente de nombres, río Blanco, río Chaupihuaranga, hasta unirse con el río Huariaca, lugar a partir del cual toma la denominación de Huallaga. (E.I.A Agrícola del Caynarachi S.A. 2008)

En su curso superior, corre por un lecho con fuerte declive y numerosas rupturas de pendiente, y que al penetrar en la región de Huánuco, forma el valle agrícola Ambo y Santa María del Valle y que es conocido como el valle de Huánuco. Tiene un régimen glacio-pluvial, que depende de la fusión de los glaciares localizados en sus nacientes y de las lluvias que caen en toda su cuenca. Sus crecientes se producen a partir de noviembre y duran hasta marzo. El estiaje comienza en abril y concluye en octubre, alcanzando sus mínimas en julio y agosto. (E.I.A Agrícola del Caynarachi S.A. 2008)

El río Huallaga ingresa por la parte sur de la región San Martín y su velocidad de corriente es de muy rápida a rápida (entre 1.52 y 1.933 m/s en creciente, a 0.969 m/s, en vaciante), con un recorrido de sureste y noreste hasta abandonar la Cordillera Sub-Andina, presentando meandros pequeños y sectores alargados que siguen el contorno de las formas del paisaje identificado. (E.I.A Agrícola del Caynarachi S.A. 2008)

La configuración del cauce del río Huallaga es de material predominantemente pedregoso. Sin embargo, existen áreas donde las riberas son de material más suave, inconsolidado y fácilmente erosionable como la arena. (E.I.A Agrícola del Caynarachi S.A. 2008)

Al río Huallaga llegan una serie de afluentes que forman sub-cuencas de diversa magnitud y forma, siendo la del río Chipurana, por la margen derecha, la más próxima al Área de Influencia del Proyecto. (E.I.A Agrícola del Caynarachi S.A. 2008)

El río Huallaga, de acuerdo a los registros obtenidos de la estación Yurimaguas, presenta dos periodos hidrológicos bien marcados: el de creciente, entre diciembre y abril; y el de vaciante, entre julio y setiembre. (E.I.A Agrícola del Caynarachi S.A. 2008)

También se presentan los períodos de transición de media vaciante entre mayo y junio y media creciente entre octubre y noviembre. Durante el período de creciente, el nivel del agua subió a 8.24 m (febrero de 1996) y el de vaciante, el menor valor registrado fue 1.07 m (julio de 1996). (E.I.A Agrícola del Caynarachi S.A. 2008)

- **Río Shanusi**

Nace de la faja sub-andina, drenando en la parte centro y nor este de la Cordillera Escalera. Su dirección es de sur oeste a noreste y drena en la parte norte de la cordillera mencionada, en sectores de la comunidad de Yurilamas. (E.I.A Agrícola del Caynarachi S.A. 2008)

El rendimiento hídrico a su salida de la Cordillera Escalera, se encuentra aproximadamente en 4.93 m³/s (noviembre). Se asume 2000 mm como precipitación media anual, por su altitud y ubicación. (E.I.A Agrícola del Caynarachi S.A. 2008)

- **Río Caynarachi.**

Nace en la faja sub-andina drenando toda la parte sur este de la Cordillera Escalera, bajo un tramo de drenaje arborescente en las nacientes y anastomosada al pasar al llano amazónico. Este es el sistema que drena la mayor parte de Cordillera Escalera (35%) (E.I.A Agrícola del Caynarachi S.A. 2008)

Teniendo en cuenta los criterios indicados, el valor más alto de precipitación anual para ésta zona es de 3000 mm, de ello se estima que el caudal del Caynarachi, que fluye por el área de estudio, es de aproximadamente 6.34m³/s (E.I.A Agrícola del Caynarachi S.A. 2008)

Tiene un área total de cuenca de 1,436 km² y un caudal promedio de 66 m³/s a la confluencia con el río Huallaga. A su margen derecha se encuentran ubicados los poblados de San Antonio y Barranquita. (E.I.A Agrícola del Caynarachi S.A. 2008).

La información generada a partir del Mapa Ecologico del Peru (ONERN, 1976), permitió definir los valores de las descargas medias anuales de los ríos principales. Asimismo, sobre la base del Inventario Nacional de Aguas Superficiales (ONERN, 1980), se han determinado las principales características de cada uno de los ríos como se registra en el Cuadro 04

Cuadro 04 - Características de la Red Fluvial Principal

Cuenca	Longitud (km)	Área de Cuenca (Km.)	Caudal Medio (m³/s)	Lugar de referencia
Huallaga	904	73,562	3201	c. Shanusi
Caynarachi	77	1,436	66	c. Huallaga
Shanusi	71	1,934	98	c. Huallaga

c. = Confluencia del río

Fuente: Inventario Nacional de Aguas Superficiales. ONERN, 1980.,
citado por: *EIA Agrícola del Caynarachi 2009*.

D) Topografía.

La topografía de esta zona es de colinosa a ligeramente plana. En las áreas próximas a los ríos está sujeta a inundaciones periódicas y los suelos son de textura media a moderadamente fina, moderadamente profundos y se practica una agricultura estacional. (E.I.A Agrícola del Caynarachi S.A. 2008)

1.4.2. ASPECTOS DEMOGRÁFICOS.

En el EIA Agrícola del Caynarachi 2009, mencionan respecto a los aspectos demográficos los siguiente.

1.4.2.0. PRINCIPALES SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA.

A) EDUCACIÓN.- Según el registro realizado por la Estadística de la Calidad Educativa ESCALE, del año 2006, en el distrito de Barranquita existen 32 Instituciones de educación Pública, entre las cuales se encuentran las de modalidad inicial primaria y secundaria en el distrito de Caynarachi existen 34 y 1 Institución privada, ambos distritos pertenecen a la UGEL de Lamas. En el distrito de El Porvenir se registran 10 Instituciones Educativas públicas, entre las cuales se encuentra el Centro de Educación Ocupacional CEO El Provenir Pelejo, el mismo que para el año 2006 registró una matrícula de 30 alumnos, además se registra una Institución Educativa privada. (E.I.A Agrícola del Caynarachi S.A. 2008)

Es importante hacer mención que muchas instituciones practicando solamente cuentan con un docente que realizan varias labores para varios grados. Los docentes tienen que tratar de cubrir las demandas de los educandos, debido a esta realidad los alumnos tienden a desertar de las clases para luego desertar de la escuela, no llegan a concluir sus estudios básicos. En otros casos, el aprovechamiento de los educandos es mínimo, sin lograr mayores resultados. (E.I.A Agrícola del Caynarachi S.A. 2008)

En el distrito de Barranquita existe un 13.49% de la población que no cuenta con ningún nivel de educación un 29.19% culminó la educación primaria a diferencia de un 36.29% que no la culminó la educación primaria, tan solo un 0.23 % de la población terminó los estudios superiores universitarios. (E.I.A Agrícola del Caynarachi S.A. 2008)

En el distrito de Caynarachi la situación es similar, un 16.09% de la población que no cuenta con instrucción, 26.70% culminó la educación primaria y tan sólo un 5.94% secundaria. (E.I.A Agrícola del Caynarachi S.A. 2008)

En el distrito de El Porvenir, el 12.21% de la población no cuenta con ninguna instrucción educativa, un 17.87% culminó la educación primaria, 7.57% secundaria. (E.I.A Agrícola del Caynarachi S.A. 2008)

B) SALUD.- A través de la oficina de Inteligencia Sanitaria de la Dirección Regional de Sanidad de la región San Martín se ha obtenido la información del Sector Salud. (E.I.A Agrícola del Caynarachi S.A. 2008)

La población de los distritos de Barranquita, Caynarachi y El Porvenir coinciden en señalar como principal enfermedad a las infecciones agudas de las vías respiratorias superiores. (E.I.A Agrícola del Caynarachi S.A. 2008)

El paludismo o malaria ocupa el segundo lugar en los distritos de Barranquita y Caynarachi con 1152 y 1289 casos respectivamente. En El Porvenir ocupa el puesto 23 y solamente presentó 20 casos. (E.I.A Agrícola del Caynarachi S.A. 2008)

Otra de las enfermedades que padecen es la helmintiasis, habiéndose registrado en Barranquita y Caynarachi 543 y 925 casos respectivamente ubicándolo en una tercera posición en el cuadro de enfermedades. En El Porvenir se registran 258 casos y está ubicado en el segundo lugar. (E.I.A Agrícola del Caynarachi S.A. 2008)

Otra enfermedad principal y sobre todo preocupante es la desnutrición, habiéndose presentado la mayor cantidad de casos en el distrito de Caynarachi con 401, en Barranquita 75 casos y en El Porvenir 68 casos. La desnutrición puede ser lo suficientemente leve como para no presentar síntomas. Sin embargo, en algunos casos puede ser tan grave que el daño ocasionado sea irreversible, a pesar de que se pueda mantener a la persona con vida. (E.I.A Agrícola del Caynarachi S.A. 2008)

Otra enfermedad relacionada con la mala y poca alimentación es la anemia por falta de hierro, presentándose en Barranquita 174 casos de la primera y 154 casos de otro tipo. (E.I.A Agrícola del Caynarachi S.A. 2008)

En el distrito de Caynarachi 167 casos de personas que han contraído una enfermedad de transmisión sexual, además de 8 casos reportados de sífilis precoz. En el Centro Poblado de El Porvenir se han reportado 11 casos de enfermedades no especificadas de transmisión sexual. En Barranquita se presentan 20 casos de otras infecciones de transmisión sexual (E.I.A Agrícola del Caynarachi S.A. 2008)

El asma es otra de las enfermedades más frecuentes, en Barranquita se presentaron 117 casos, en Caynarachi 406 casos y en El Porvenir 23 casos. (E.I.A Agrícola del Caynarachi S.A. 2008)

C) AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO.- Se ha registrado que en las viviendas del distrito de Barranquita el 58.19% de la población utilizan el río, acequia o similares y el 40.73% agua de pozo. En Caynarachi, al igual que en Barranquita, el medio más utilizado para el abastecimiento de agua es el río o la acequia, 36.11%. Un porcentaje menor cuenta con red pública dentro de la vivienda 7.20%. (E.I.A Agrícola del Caynarachi S.A. 2008)

En el distrito El Porvenir, el mayor porcentaje para abastecerse de agua la constituye la red pública dentro de la vivienda en 57.72%, seguido por el agua del río y acequia con 41.98% y por último el pilón de uso público un 0.31%. (E.I.A Agrícola del Caynarachi S.A. 2008)

En referencia a los servicios higiénicos se puede señalar que en el distrito de Barranquita hay un gran porcentaje 66.88% que no cuenta con servicios higiénicos, un 19.93 % hacen uso de pozo séptico. En los distritos de Caynarachi y El Porvenir, los mayores porcentajes 64% y 54% respectivamente, utilizan el pozo ciego o negro/letrina. . (E.I.A Agrícola del Caynarachi S.A. 2008)

Los distritos de Caynarachi y El Porvenir, registran un 34.63% y 42.28% respectivamente, que adolecen de este servicio. (E.I.A Agrícola del Caynarachi S.A. 2008)

D) ESTRUCTURA URBANA. El centro poblado de Alianza no cuenta con un grado de consolidación urbana su población mayormente es dispersa y discontinua, así mismo existen construcciones rusticas y en mal estado de conservación. (E.I.A Agrícola del Caynarachi S.A. 2008)

E) ASPECTOS VIALES. En el centro poblado de Alianza existen carreteras afirmadas y trochas carrozables el mismo que une a los demás distritos que pertenecen al departamento de San Martín y Loreto. .(E.I.A Agrícola del Caynarachi S.A. 2008).

1.5. HIPÓTESIS.

El potencial de captura de carbono de las especies forestales Cedro Nativo, Caoba, Bolaina, Teca y Capirona, en la localidad de Alianza – San Martín acumula la misma cantidad de carbono.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Tipo de investigación.

Comparación de medias de los diferentes tratamientos, a través de las observaciones evaluadas durante el desarrollo del proyecto de investigación denominado determinación del potencial de captura de carbono de cinco especies forestales en la localidad de Alianza – San Martín 2009.

2.2 Diseño de investigación.

Se utilizó el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con 02 repeticiones y 05 tratamientos en estudio:

T1: Bolaina (*Guazuma crinita*.)

T2: Capirona (*Calycophyllum sprucearum*)

T3: Teca (*Tectona grandis*)

T4: Cedro Nativo (*Cedrela odorata*)

T5: Caoba. (*Swietenia macrophylla*.)

Donde el Modelo Aditivo Lineal es:

$$Y_{ij} = \mu + B_j + T_i + E_{ij}$$

Donde

Y_{ij} : Es la observación realizada en la U. E. del Block j que recibió el Tratamiento i .

μ : Es la media general.

B_j : Efecto del j -ésimo bloque

T_i : Efecto del i -ésimo tratamiento

E_{ij} : Error experimental

2.2.1 Cobertura de estudio.

La cobertura de estudio del presente proyecto de tesis es comprendido básicamente en el departamento de San Martín centro poblado de Alianza provincia de Lamas, entre el límite de la jurisdicción de la localidad de Pampa Hermosa este último perteneciente a la provincia de Alto Amazonas departamento de Loreto

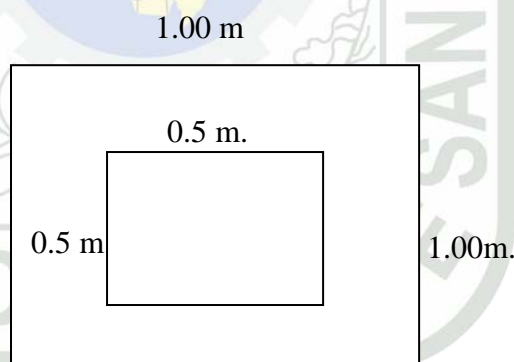
2.3. Población y muestra.

La población para el presente proyecto de investigación es un sistema forestal de cinco especies forestales diferentes Cedro Nativo, Caoba, Bolaina, Teca y Capirona en una extensión de 4.9 has ubicados en la localidad de Alianza en el departamento de San Martín, siguiendo La metodología que se empleó para la evaluación de biomasa vegetal fue la recomendada por el Centro Internacional de Investigación en Agroforestería (ICRAF) (AREVALO et al, 2002).

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Se tomaron 5 parcelas con especies de Cedro Nativo, Caoba, Bolaina, Teca y Capirona de edades promedio de 2 años de edad donde se Se instalaron parcelas de 4x25 como recomienda el Centro Internacional de Investigación en Agroforesteria ICRAF, (AREVALO *et al*, 2002). Para cada especie teniendo en consideración evaluar la parte más homogénea, registrándose como unidades muestrales 20 plantas por tratamiento y 02 repeticiones; se tomaron medidas de diámetro a la altura del pecho con ayuda de un vernier, y alturas con la ayuda de un clinómetro, para el caso de la biomasa de trazaron cuadrantes de 1x1 recogiendo las muestras en sobres manila como se muestra en la siguiente figura.

Figura 1: Cuadrantes de 1m x 1m para material herbáceo y arbustivo y cuadrantes interiores de 0.5m x 0.5 m para hojarasca



2.5 Evaluación de biomasa vegetal por el método alométrico.

La metodología que se empleó para la evaluación de biomasa vegetal fue la recomendada por el Centro Internacional de Investigación en Agroforesteria (ICRAF) (AREVALO *et al*, 2002).

- **Biomasa Arbórea Viva**

Para evaluar la biomasa arbórea viva de árboles con diámetros mayores de 2,5 cm. Se delimito el área a evaluar 4x25mt, correspondiente a cada especie, se enumeraron con un pincel y pintura los arboles a evaluar, de la misma manera de señalizó a 1.30 mt sobre el nivel del suelo con la finalidad de establecer la altura estándar para la toma de los diámetros; Se midieron los DAP (diámetros a la altura del pecho) con una forcípula de 1.15 m.

- **Biomasa de árboles caídos muertos.**

Durante todo el proceso de recolección de datos en las parcelas en evaluación no se registraron árboles caídos muertos por lo que no se realizara este cálculo.

- **Biomasa arbustiva y herbácea.**

La biomasa arbustiva (BAb) y herbácea (Hbh), esta compuesta por la biomasa sobre el suelo (epigea) de arbustos menores de 2,5 cm de diámetro, gramíneas y otras hierbas. Se realizó la recolección de muestras de material arbustivo y herbáceo conformado por arbustos menores de 2,5 cm de diámetro, gramíneas y otras hierbas. La toma de muestras se efectuó por muestreo directo con un cuadrante de 1m x 1m, distribuido al azar dentro de las parcelas de 4x25mt.

Se cortó toda la vegetación al nivel del suelo, se pesó el total de la muestra y luego se sacó una sub - muestra en bolsas de papel y se colocó en una estufa de aire caliente a 75°C durante 72 horas hasta que se obtuvo peso seco.

- **Biomasa seca (hojarasca)**

Se cuantificó la capa de mantillo u hojarasca y otros materiales muertos (ramillas, ramas), utilizando cuadrantes de 0.5 m x 0.5 m colocados dentro de cada uno de los cuadrantes de 1m x 1m. Se colocó toda la hojarasca en bolsas de papel, registrándose su peso fresco total por 0.25 m². De esta se sacó una sub - muestra y se registró su peso y se secó en la estufa a temperatura constante de aire caliente a 75°C, durante 72 horas hasta obtener peso seco constante.

- **Formulas.**

Biomasa vegetal total

Las fórmulas empleadas para la determinación del carbono aéreo y suelo fueron las establecidas por el ICRAF (AREVALO, 2002).

- **Biomasa arbórea viva (Kg /árbol)**

$$BA = 0.1184dap^{2.53}$$

Donde:

BA = Biomasa de árboles vivos y árboles muertos en pie

0.1184 = Constante

Dap = Diámetro a la altura del pecho (1.30m)

2.53 = Constante

- **Biomasa Arbórea viva (t/ha)**

Para calcular la biomasa por hectárea, se sumara las biomاسas de todos los árboles medidos y registrados (BTAV) ya sea en la parcela de 4m x 25m o 5m x 100m, es decir:

$$BAVT (TM/ha) = BTAV * 0.1 \text{ ó}$$

$$BAVT (TM/ha) = BTAV * 0.02$$

Donde:

BAVT= biomasa de árboles vivos en TM/ha

BTAV= biomasa total de las parcelas de 4m x 25m ó en las parcelas de 5m x 100m.

0.1 = factor de conversión cuando la parcela es de 4m x 25m.

0.02 = factor de conversión cuando la parcela es de 5m x 100m.

- **Biomasa arbustiva / herbácea (t/ha)**

$$BAH (kg) = [(PSM / PFM) \times PFT] \times 0.001$$

Donde:

BAH = Biomasa arbustiva / herbácea, materia seca

PSM = Peso seco de la muestra colectada (g)

PFM = Peso fresco de la muestra colectada (g)

PFT = Peso total por metro cuadrado (g)

0.001 = Factor de conversión

- **Biomasa de la hojarasca (t/ha)**

$$Bh (kg) = [(PSM / PFM) \times PFT] \times 0.004$$

Donde:

Bh = Biomasa de la hojarasca, materia seca

PSM = Peso seco de la muestra colectada (g)

PFM = Peso fresco de la muestra colectada (g)

PFT = Peso total por metro cuadrado (g)

0.004 = Factor de conversión

- **Biomasa vegetal total (t/ha)**

$$BVT \text{ (t/ha)} = (BAVT + BTAMP + BTACM + BAH + Bh)$$

Donde:

BVT = Biomasa vegetal total

BAVT = Biomasa total de árboles vivos

BTAMP = Biomasa total de árboles muertos en pie

BTACM = Biomasa total de árboles caídos muertos

BAH = Biomasa arbustiva y herbácea

Bh = Biomasa de la hojarasca.

- **Carbono en la biomasa vegetal total (t/ha)**

$$CBV \text{ (t/ha)} = BVT \times 0.45$$

Donde:

CBV = Carbono en la biomasa vegetal

BVT = Biomasa vegetal total

0.45 = Constante (proporción de carbono, asumido por convención)

2.5. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.

2.5.1 Características de los bloques y tratamientos.

Los tratamientos fueron 5 distribuidos en una parcela experimental de 4.9 has con las especies que se detallan a continuación.

T1: Bolaina (*Guazuma crinita*.)

T2: Capirona (*Calycophyllum sprucearum*)

T3: Teca (*Tectona grandis*)

T4: Cedro Nativo (*Cedrela odorata*)

T5: Caoba. (*Swietenia macrophylla*.)

Estas fueron sembradas de manera sistemática con una densidad de siembra de 3x3 mediante el sistema de cuadrado, en ella se instalaron sub parcelas de evaluación 4x25 mt tomando la parte más homogénea, y tomando como consideración el efecto de los bordes de inmediato de delimito el área con rafia.

Seguido se procedió con la ayuda de pintura y pincel a enumerar y a señalar a 1.30 mt sobre el suelo cada árbol con la finalidad de que los datos sean lo más homogéneos posibles.

Asimismo de instalaron al azar los cuadrantes de 1x1 mt y 0.5x0.5 mt para cada tratamiento con la finalidad de tomar los datos de biomasa.

Los datos fueron tomados durante 8 meses, periodo que duro la investigación estos datos fueron tomados cada 2 meses comenzando el 16 de febrero del 2009, los trabajos de laboratorio fueron realizados en el laboratorio del germinador de la empresa Agropecuaria del Shanusi S.A.

Hecho el análisis de los datos obtenidos, éstos fueron organizados y procesados en forma manual y electrónica construyendo tablas, cuadros y gráficos estadísticos, planos, entre otros. Esta información se encuentra en los resultados y anexos del presente estudio.

CAPÍTULO III: RESULTADOS.

Altura de Planta Inicio de las cinco especies en Investigación.

ANVA:

F. de V. G.L. Suma de Cuadrados Cuadrados Medios E.C.M. Pr > F

REP	1	0.22801000	0.22801000	5.28	0.0831
TRAT	4	10.31274000	2.57818500	59.70	0.0008**
Error	4	0.17274000	0.04318500		
Total	9	10.71349000			

En el análisis de varianza se puede observar que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos estudiados, en cuanto a altura de planta inicial (cm.); es decir un tratamiento difiere de otro tratamiento.

Coef. De Deter.	C.V.	Media
0.983876	4.148732	5.00900000

El coeficiente de variación es de 4.14 %, es decir el 95.86 % se ha manejado en forma uniforme a todas las unidades experimentales, es decir que el 4.14 % no se ha podido controlar, a aquellos factores ajenos al tratamiento que pueden originar el error.

El coeficiente de determinación es de 98.39 %, es decir que el 1.61 % de los tratamientos no se ha podido controlar a aquellos factores externos del experimento, como precipitación, temperatura, etc.

Prueba de Duncan:

Media	Rep	Trat	
6.1650	2	3	a
6.1100	2	1	a
4.9800	2	4	b
4.1450	2	5	c
3.6450	2	2	c

Según la prueba de duncan, se puede observar que los tratamientos T3: Teca (*Tectona grandis*) y el tratamiento T1: Bolaina (*Guazuma crinita.*), son estadísticamente similares, siendo el T3 con 6.165 cm. mayor que el T1 con 6.11 cm. El tratamiento T4: Cedro Nativo (*Cedrela odorata*) con 4.98 cm. estadísticamente es superior a los tratamientos T5: Caoba. (*Swietenia macrophylla.*) con 4.145 cm. y el T2: Capirona (*Calycophyllum sprucearum*) con 3.645 cm, son estadísticamente similares, siendo el tratamiento T2: Capirona (*Calycophyllum sprucearum*) menor, que todos los demás tratamientos.

Altura de Planta Final de las cinco especies en Investigación.

ANVA:

F. de V.	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	E.C.M.	Pr > F
REP	1	0.00004000	0.00004000	0.00	0.9770
TRAT	4	9.43766000	2.35941500	55.43	0.0009**
Error	4	0.17026000	0.04256500		
Total	9	9.60796000			

En el análisis de varianza se puede observar que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos estudiados, en cuanto a altura de planta final (cm.); es decir un tratamiento difiere de otro tratamiento

Coef. De Deter.	C.V.	Media
0.982279	3.503955	5.88800000

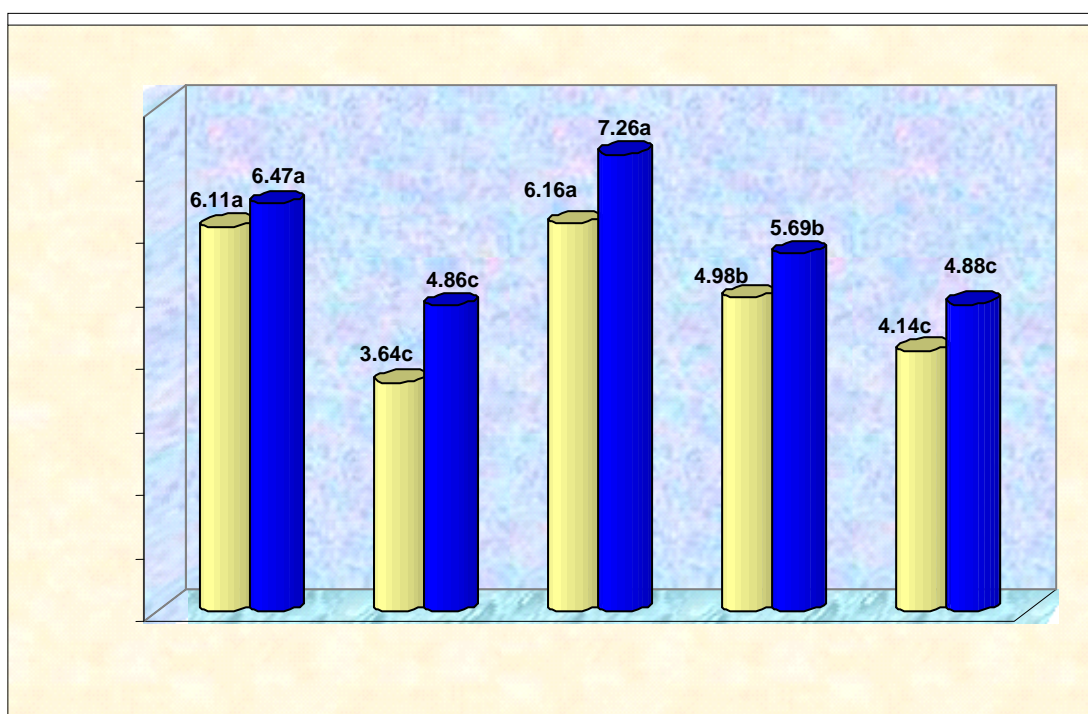
El coeficiente de variación es de 3.50 %, es decir el 96.5 % se ha manejado en forma uniforme a todas las unidades experimentales, es decir que el 3.5 % no se ha podido controlar, a aquellos factores ajenos al tratamiento que pueden originar el error.

El coeficiente de determinación es de 98.22 %, es decir que el 1.78 % de los tratamientos no se ha podido controlar a aquellos factores externos del experimento, como precipitación, temperatura, etc.

Prueba de Duncan:

Media	Rep	Trat	
7.2600	2	3	a
6.7450	2	1	a
5.6900	2	4	b
4.8850	2	5	c
4.8600	2	2	c

Según la prueba de duncan, se puede observar que los tratamientos T3: Teca (*Tectona grandis*) Y el tratamiento T1: Bolaina (*Guazuma crinita.*), son estadísticamente similares, siendo el T3 con 7.26 m. mayor que el T1 con 6.74 m. El tratamiento T4: Cedro Nativo (*Cedrela odorata*) con 5.69 m. estadísticamente es superior a los tratamientos T5: Caoba. (*Swietenia macrophylla.*) Con 4.89 m. y el T2: Capirona (*Calycophyllum sprucearum*) con 4.86 m, son estadísticamente similares, siendo el tratamiento T2 menor, que todos los demás tratamientos.

Grafico 03

Fuente: Elaboración Propia 2010.

Diámetro a la altura de pecho inicio de las cinco especies en Investigación.

ANVA:

F. de V.	G.L.	Suma Cuadrados	Cuadrado medio	E.C.M.	Pr > F
REP	1	0.01369000	0.01369000	0.04	0.8572
TRAT	4	25.95384000	6.48846000	17.46	0.0085 **
Error	4	1.48676000	0.37169000		
Total	9	27.45429000			

En el análisis de varianza se puede observar que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos estudiados, en cuanto a diámetro de altura de pecho; es decir un tratamiento difiere de otro tratamiento.

Coef. Determinación

94.58%

Coef. Var.

9.35 %

Media

6.52

El coeficiente de variación es de 9.35%, es decir el 90.65% se ha manejado en forma uniforme a todas las unidades experimentales, es decir que el 9.35% no se ha podido controlar, a aquellos factores ajenos al tratamiento que pueden originar el error.

El coeficiente de determinación es de 94.58%, es decir que el 5.42% de los tratamientos no se ha podido controlar a aquellos factores externos del experimento.

Prueba de Duncan:

Media	Rep	Trat	
8.7100	2	1	a
8.1000	2	3	a
5.9650	2	4	b
5.2200	2	5	b
4.6000	2	2	b

Según la prueba de duncan, se puede observar que los tratamientos T1: Bolaina (*Guazuma crinita*.) Y el T3: Teca (*Tectona grandis*), son estadísticamente similares, siendo el T1 con 8.71 cm. mayor que el T3 con 8.10 cm. En cuanto a los tratamiento T4: Cedro Nativo (*Cedrela odorata*), T5: Caoba. (*Swietenia macrophylla*.), T2: Capirona (*Calycophyllum sprucearum*) son estadísticamente similares, siendo el T2 con 4.60 cm. menor, que todos los demás tratamientos.

Diámetro a la altura de pecho final de las cinco especies en Investigación.

ANVA

F. de V.	G. L.	Suma cuadrados	Cuadrados medios	C. M. E.	Pr > F
REP	1	0.04096000	0.04096000	0.08	0.7889
TRAT	4	37.35434000	9.33858500	18.68	0.0075 **
Error	4	1.99934000	0.49983500		
Total	9	39.39464000			

En el análisis de varianza se puede observar que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos estudiados, en cuanto a diámetro de altura de pecho final; es decir un tratamiento difiere de otro tratamiento.

Coef. Deter.	C.V.	Media
0.949248	8.886251	7.95600000

El coeficiente de variación es de 8.89%, es decir el 91.11% se ha manejado en forma uniforme a todas las unidades experimentales, es decir que el 9.35% no se ha podido controlar, a aquellos factores ajenos al tratamiento que pueden originar el error.

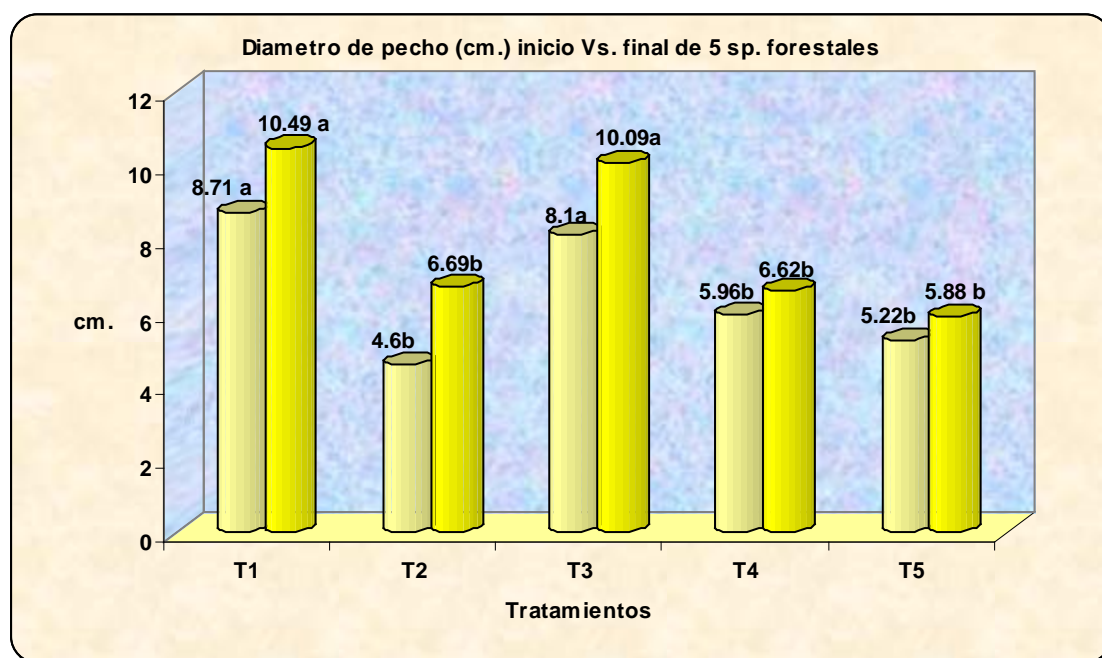
El coeficiente de determinación es de 94.92%, es decir que el 5.08% de los tratamientos no se ha podido controlar a aquellos factores externos del experimento, como precipitación, temperatura, etc.

Prueba de Duncan:

Media	Rep	Trat
10.4950	2	1 a
10.0900	2	3 a
6.6900	2	2 b
6.6200	2	4 b
5.8850	2	5 b

Según la prueba de duncan, se puede observar que los tratamientos T1: Bolaina (*Guazuma crinita*.) Y el tratamiento T3: Teca (*Tectona grandis*), son estadísticamente similares, siendo el T1 con 10.49 cm. mayor que el T3 con 10.09 cm. En cuanto a los tratamientos T2: Capirona (*Calycophyllum sprucearum*), T4: Cedro Nativo (*Cedrela odorata*), T5: Caoba. (*Swietenia macrophylla*.), son estadísticamente similares, siendo el T5 con 5.89 cm. menor, que todos los demás tratamientos.

Grafico 04



Fuente: Elaboración Propia 2010.

Biomasa arbórea viva tn/ha. de las cinco especies en Investigación.

ANVA

F. de V.	G. L.	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	C. M. E.	Pr > F
REP	1	0.05625000	0.05625000	0.11	0.7533
TRAT	4	23.93296000	5.98324000	12.05	0.0167 *
Error	4	1.98600000	0.496500		
Total	9	25.97521000			

En el análisis de varianza se puede observar que existen diferencias significativas entre los tratamientos estudiados, en cuanto a biomasa arbórea viva (Tn/ha); es decir un tratamiento difiere de otro tratamiento.

Coef. Deter.	C.V.	Media
0.923542	26.92501	2.61700000

El coeficiente de variación es de 26.92%, es decir el 73.08% se ha manejado en forma uniforme a todas las unidades experimentales, es decir que el 26.92% no se ha podido controlar, a aquellos factores ajenos al tratamiento que pueden originar el error.

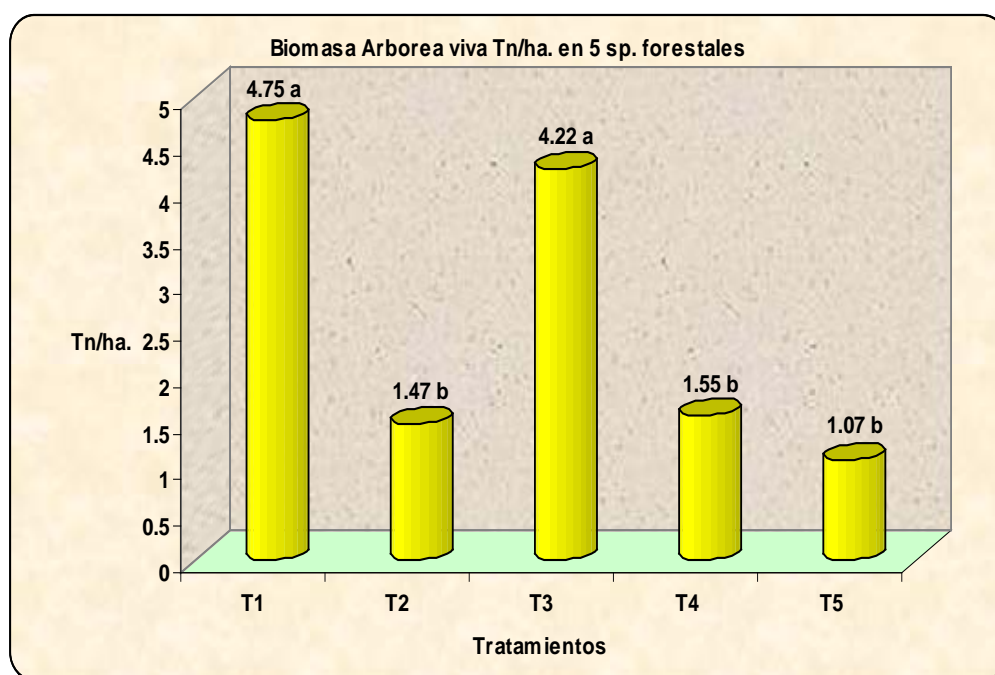
El coeficiente de determinación es de 92.35%, es decir que el 7.65% de los tratamientos no se ha podido controlar a aquellos factores externos del experimento, como precipitación, temperatura, etc.

Prueba de Duncan:

Media	Rep	Trat
4.7550	2	1 a
4.2250	2	3 a
1.5550	2	4 b
1.4750	2	2 b
1.0750	2	5 b

Según la prueba de duncan, se puede observar que los tratamientos T1: Bolaina (*Guazuma crinita*.) Y el tratamiento T3: Teca (*Tectona grandis*), son estadísticamente similares, siendo el T1 con 4.755 tn/ha. mayor que el T3 con 4.225 tn/ha. En cuanto a los tratamientos T4: Cedro Nativo (*Cedrela odorata*) 1.555 tn/ha ,T2: Capirona (*Calycophyllum sprucearum*) 1.475 tn/ha y el T5: Caoba. (*Swietenia macrophylla*.)con 1.075 tn/, son estadísticamente similares, siendo el tratamiento T5 menor, que todos los demás tratamientos.

Grafico 05



Fuente: Elaboración Propia 2010

Biomasa total tn/ha. De las especies en Investigación.

ANVA:

F. de V.	G. L.	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	C. M. E.	Pr > F
REP	1	0.04624000	0.04624000	0.09	0.7784
TRAT	4	24.50584000	6.12646000	12.00	0.0168*
Error	4	2.04176000	0.51044000		
Total	9	26.59384000			

En el análisis de varianza se puede observar que existen diferencias significativas entre los tratamientos estudiados, en cuanto a biomasa total (Tn/ha); es decir un tratamiento difiere de otro tratamiento.

Coef. Deter	C.V.	Media
0.923224	22.35453	3.19600000

El coeficiente de variación es de 22.35%, es decir el 77.65% se ha manejado en forma uniforme a todas las unidades experimentales, es decir que el 22.35% no se ha podido controlar, a aquellos factores ajenos al tratamiento que pueden originar el error.

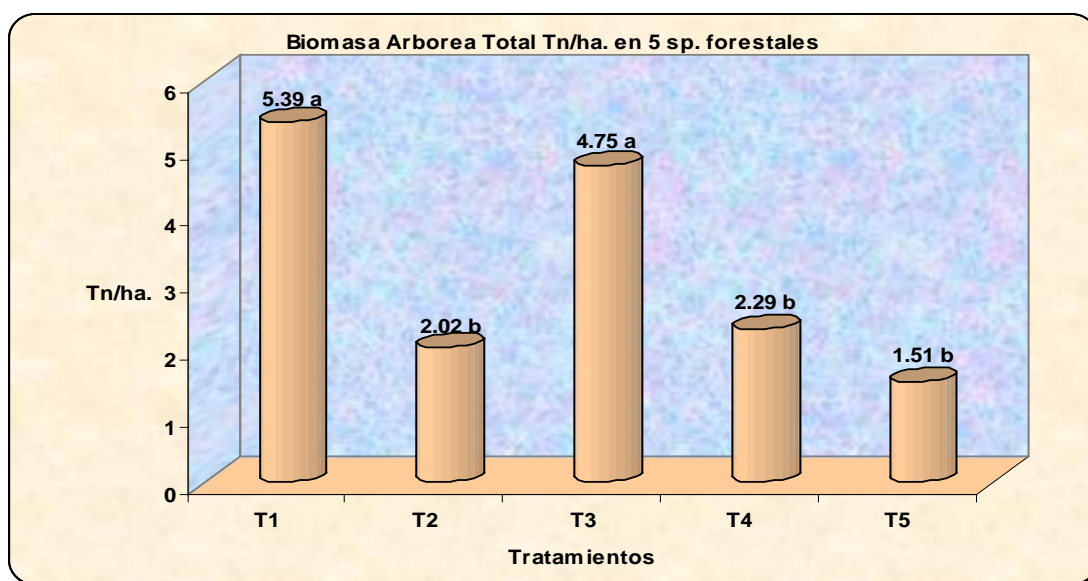
El coeficiente de determinación es de 92.32%, es decir que el 7.68% de los tratamientos no se ha podido controlar a aquellos factores externos del experimento, como precipitación, temperatura, etc.

Prueba de Duncan:

Media	Rep	Trat	
5.3900	2	1	a
4.7550	2	3	a
2.2950	2	4	b
2.0250	2	2	b
1.5150	2	5	b

Según la prueba de duncan, se puede observar que los tratamientos T1: Bolaina (*Guazuma crinita*.) y el tratamiento T3: Teca (*Tectona grandis*), son estadísticamente similares, siendo el T1 con 4.75 tn/ha. mayor que el T3 con 4.22 tn/ha. En cuanto a los tratamientos T4 con 1.55 tn/ha, T2: Capirona (*Calycophyllum sprucearum*) 1.47tn/ha y el T5: Caoba. (*Swietenia macrophylla*) 1.07 tn/ha, son estadísticamente similares, siendo el tratamiento T5 menor, que todos los demás tratamientos.

Grafico 06



Fuente: Elaboración Propia.

Fijación de Carbono (tn/ha.) de las cinco especies en Investigación.

ANVA:

F. de V.	G.L.	Suma cuadrados	Cuadrado Medio	E.C.M.	Pr > F
REP	1	0.00841000	0.00841000	0.08	0.7896
TRAT	4	4.95034000	1.23758500	11.97	0.0169 *
Error	4	0.41354000	0.10338500		
Total	9	5.37229000			

En el análisis de varianza se puede observar que existen diferencias significativas entre los tratamientos estudiados, en cuanto a fijación de carbono (TnC/ha); es decir un tratamiento difiere de otro tratamiento.

Coef. Deter	C.V.	Media
0.923024	22.34436	1.43900000

El coeficiente de variación es de 22.34%, es decir el 77.66% se ha manejado en forma uniforme a todas las unidades experimentales, es decir que el 22.34% no se ha podido controlar, a aquellos factores ajenos al tratamiento que pueden originar el error.

El coeficiente de determinación es de 92.30%, es decir que el 7.7% de los tratamientos no se ha podido controlar a aquellos factores externos del experimento, como precipitación, temperatura, etc.

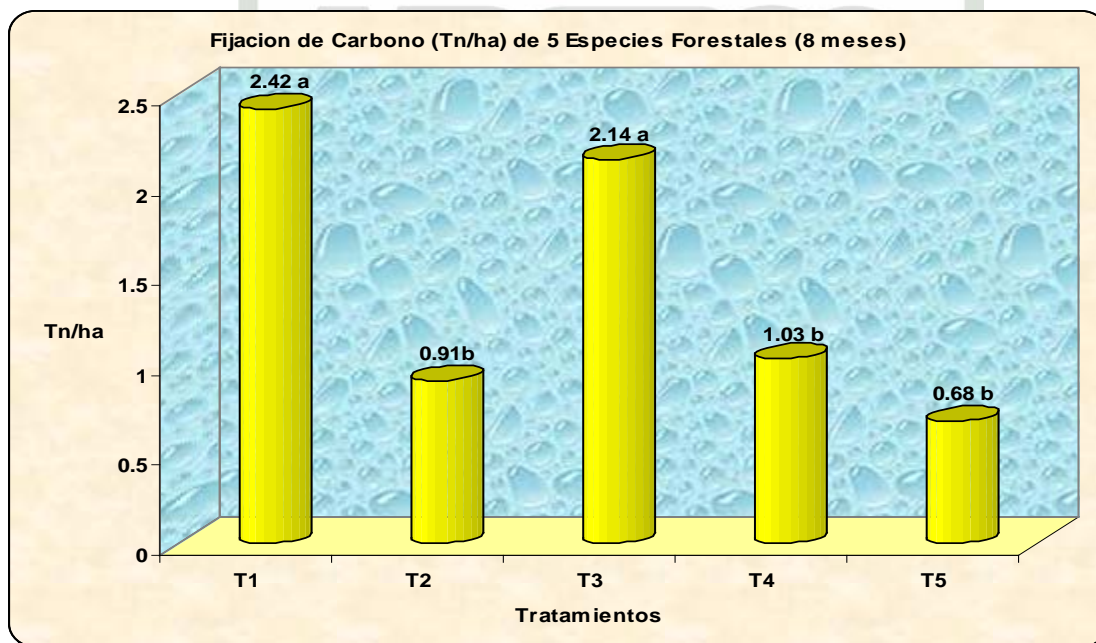
Prueba de Duncan

Media	Rep	Trat
2.4250	2	1 a
2.1400	2	3 a
1.0350	2	4 b
0.9100	2	2 b
0.6850	2	5 b

Según la prueba de duncan, se puede observar que los tratamientos T1: Bolaina (*Guazuma crinita*.) y el tratamiento T3: Teca (*Tectona grandis*), son estadísticamente similares, siendo el T1 con 2.425 tnC/ha. Mayor que el T3 con 2.14 tnC/ha. En cuanto

a los tratamientos T4: Cedro Nativo (*Cedrela odorata*) 1.035 tnC/ha, T2: Capiróna (*Calycophyllum sprucearum*) 0.91 tnC/ha y el T5: Caoba. (*Swietenia macrophylla*) 0.68 tnC/ha, son estadísticamente similares, siendo el tratamiento T5 menor, que todos los demás tratamientos.

Grafico 07



Fuente: Elaboración Propia 2010

3.9. DISCUSIONES:

- La cantidad de carbono almacenado en el sistema evaluado por el ICT (Instituto de Cultivos Tropicales) en una purma de 30 años en el sector denominado Fundo Choclino fue de 39.78/tn/ha siendo un resultado relativamente bajo comparándolo con los resultados obtenidos por Arévalo, L et al. En bosques de la amazonia peruana que varía en un rango de 65.5 a 171 tn/ha esto se debe que el terreno de estudio fue abandonado por su propietarios por muchos años, en donde aprovechándose de ello los pobladores vecinos entraban a extraer madera para horcones, leña descremando a la purma que finalmente afecto a los resultados en los cálculos de biomasa y carbono almacenado. Comparando con los resultados obtenidos en la investigación en especies forestales la diferencia es bastante grande esto se debe a la edad de la vegetación y a la diversidad de los mismos puesto que los bosques amazónicos y en las purmas se registran

diferentes especies y la presente investigación solo de enfoco a especies específicas como es el caso de Bolaina , Teca, Capirona, Caoba y Cedro Nativo.

- Según reporte del Instituto de Cultivos Tropicales ICT el carbono almacenado en el macorrillal fue de 20.93 tnC/ha en el fundo denominado El Choclino en donde la diferencia respecto a la especies forestales es poco menos de 10 veces más considerando que las especies forestales fue evaluado a los 2 años de edad y el macorrillal fue de 30 años.
- La cantidad de carbono almacenado por la especie *Tectona grandis* a la edad de 2 años de edad fue de 2.42 tnC/ha comparado con los datos obtenidos por Cubero, J. et al. en la misma especie a los 5 años de edad que registro 7.17 tn/ha se observa que la diferencia es relativamente cortar esto se debe a las condiciones del terreno, tipo de suelo, condiciones climáticas, etc puesto que la parcela de 5 años fue evaluado en Costa Rica.
- La cantidad de carbono almacenado por la especie *Tectona grandis* a la edad de 8 años fue de 24.81 estos datos fueron obtenidos por Cubero, J. et al. lo que se puede observar que el incremento de acumulación de carbono en 3 años fue de 17.64 tnC/ha en Costa Rica por lo que se puede afirmar que el incremento de de carbono en el Perú podría ser mayor.
- De acuerdo al reporte de Alegre, J et al. la cantidad de carbono almacenado por una cobertura llamada centrocema de 3 años de edad fue de 9 tnC/ha a comparación de las especies forestales evaluadas la diferencia es considerable que se justifica en la rapidez y agresividad de crecimiento que tiene la especie centrocema a comparación de las especies forestales que es más lento.
- De acuerdo a la investigación realizada por Arévalo, L et al. en la ciudad de Cajamarca en parcelas de Pinos de 16 años de edad obtuvo un resultado de 102 tnC/ha que comparándolos con los datos obtenidos por las especies forestales investigadas a los 2 años de edad tienen relación aproximada si proyectamos la acumulación de carbono a los 16 años considerando que las especies evaluadas corresponden a zonas geográficas diferentes sierra y selva respectivamente.

3.10. CONCLUSIONES:

La cantidad de carbono almacenado a los 2 años y 8 meses de las especies forestales en investigación es de:

Bolaina (<i>Guazuma crinita.</i>)	2.42tnC/ha.
Teca (<i>Tectona grandis</i>)	2.14tnC/ha
Cedro Nativo (<i>Cedrela odorata</i>)	1.03tnC/ha
Capirona (<i>Calycophyllum sprucearum</i>)	0.91tnC/ha
Caoba . (<i>Swietenia macrophylla.</i>)	0.68tnC/ha.

Para la variable altura de planta se determino que la mayor tasa de crecimiento en cuenta a la altura de planta fue registrada por la especie Teca (*Tectona grandis*) con un crecimiento mensual de 0.1525m. de la misma manera se determino que la menor tasa de crecimiento lo registro la especie Bolaina (*Guazuma crinita.*) con una tasa de crecimiento mensual de 0.045m.

Con respecto a la variable Dap (Diámetro a la altura del pecho) se registro a la especie Capirona (*Calycophyllum sprucearum*) obtuvo la mayor tasa de crecimiento mensual 0.2613 cm asimismo se determino que la menos tasa de crecimiento lo obtuvo la especie Cedro Nativo (*Cedrela odorata*) con una tasa de crecimiento mensual de 0.0325 cm.

Para la variable de biomasa arbórea viva Tn/ha, se puede observar que los tratamientos T1: Bolaina (*Guazuma crinita.*) y el tratamiento T3: Teca (*Tectona grandis*), son estadísticamente similares, siendo el T1 con 4.755 tnC/ha. mayor que el T3 con 4.225 tnC/ha. En cuanto a los tratamientos T4: Cedro Nativo (*Cedrela odorata*) 1.555 tnC/ha ,T2: Capirona (*Calycophyllum sprucearum*) 1.475 tn/ha y el T5: Caoba. (*Swietenia macrophylla.*) Con 1.075 tnC/ha, son estadísticamente similares, siendo el tratamiento T5 menor, que todos los demás tratamientos.

3.11. RECOMENDACIONES:

A toda la comunidad estudiantil e instituciones educativas públicas y privadas de formación profesional se recomienda realizar la réplica del presente trabajo de investigación en diferentes zonas y estratos del departamento de San Martín.

Recomiendo considerar en los proyectos futuros de reforestación las especies Bolaina y Teca por su gran adaptabilidad y por tener un alto potencial en cuanto a la captura de carbono.

Es importante involucrar al sector privado en todos los proyectos de protección y conservación de nuestra masa boscosa y los ecosistemas del departamento y sobre en aquellas zonas donde la deforestación se ha dado de manera masiva y se ha extinguido ciertas especies de gran valor comercial como es el caso de la Caoba, Cedro, Bolaina, Ishpingo, etc.

Realizar las campañas de Educación Ambiental en todos los niveles ya que constituye la base principal para tener una concepción madura y responsable sobre la importancia de la protección y conservación de los tropicales de nuestra amazonia y recursos naturales en general.

3.12. BIBLIOGRAFÍA:

- ALEGRE, J. RICSE, A. BARBARAN, J. (2002). Determinación de las reservas totales de carbono en los diferentes sistemas de uso de la tierra en Ucayali – Perú (CODESU) Manual 12, 8-9
- EGUREN, C.L. (2004) El mercado de carbono en América Latina y el Caribe: Balance y perspectivas CEPAL. División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos. Santiago de Chile. Marzo 2004 serie 83. ISBN 92-1-322357-9
- MARQUEZ, L. (2000). Elementos Técnicos para inventarios de carbono. Fundación Solar. Guatemala 29p.
- IPCC. (1995) Segunda evaluación, Cambio climático 1995 Informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Organización Mundial de Meteorología.
- ORTIZ, R., O RAMIREZ, B FINEGAN. (1998) CO2 Mitigation service of Costa Rican secondary forests as economic alternative for joint implementation initiatives. En Ecology and management of tropical secondary forest science, people and policy. CATIE, CIFOR Turrialba, Costa Rica.
- CIESLA, W. M. 1996. Cambio climático, bosques y ordenamiento forestal. Roma, Italia. FAO. 146p
- FASSBENDER, HW. 1993. Modelos edafológicos de sistemas agroforestales. 2ª. Ed. INFORAT, Centro Agronómico Tropical de investigación y enseñanza, proyecto agroforestal CATIE/GTZ, Serie de materiales de enseñanza. No. 29.491p.
- FINEGAN. B. 1997. Memorias del Taller internacional sobre estado actual y potencial de manejo y desarrollo del bosque secundario tropical en América Latina: Bases ecológicas para el manejo de bosques secundarios de las zonas húmedas del trópico americano, recuperación de la biodiversidad y producción sostenible de madera. Pucallpa, Perú. GTZ, CTA. pp. 106-109.
- FREITAS, A.L; OTAROLA, A.E; DEL CASTILLO, T.D; LINARES, B. C; MARTINEZ, D. P; MALCA, S.G. 2006. Servicios ambientales de almacenamiento y secuestro de carbono del ecosistema aguajal en la reserva

nacional Pacaya Samiria, Loreto- Perú. Documento tecnico N° 29. Iquitos- Perú.
59 p

- HERNANDEZ L. 2001. Densidad de biomasa aérea en bloques extensos del neotrópico húmedo. México. 28 p.
- HERRERA. B; ALVARADO, A. 1998. Calidad de sitio y factores ambientales en bosques de Centro America. Agronomía Costarricense 22 (1): 99-117 p
- HOUGHTON, R.; WOODWELL, G. 1989. Cambio Climático Global. Investigación y Ciencia. Pp 153.
- JACKSON, M.L. 1964. "Análisis Químico de Suelos". Ed. OMEGA S.A. Barcelona.
- KYRKLUND, B. 1990. Cómo puede contribuir los bosques y las industrias forestales a reducir el exceso de anhídrido carbónico en la atmósfera. UNASYLVA 41 (143): 2-15
- LAPEYRE, Z.T. 2004. Determinación de las reservas de carbono de la biomasa aérea, en diferentes sistemas de uso de la tierra en San Martín, Perú. In: Ecología Aplicada 3(1, 2):35-44. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú
- LEMON, E.R. 1993. CO₂ and plant: the response of plants to rising levels of atmospheric carbon dioxide. AAAS Selected Symposium Series, no, 84. Westview Press, Inc, Colorado US. 280p.
- LOCATELLI, B. 1999. Bosques tropicales y ciclo del carbono. Trad. Por Virginia Cruz y Oguer Reyes. Proyecto ambiental Nicaragua Finlandia, Ministerio del ambiente y los recursos naturales. Managua, NI. 49 p.
- ORDOÑEZ A. 1999. Captura de carbono en un bosque templado, el caso de San Juan Nuevo, Michigan. Instituto Nacional de Ecología SEMARNAP. México D.F. 72 p.
- PNUD. 1997. Protocolo de Kyoto para la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Pp 2 – 4.
- RIOS, A.J. 2007. Armazenamento da carbono e valoracao economica em sistemas de uso-da-terra comparados com o de cultivo da coca (*Erytroxylon coca* Lam) no distrito de Jose Crespo e Castillo, Peru. 125 p.
- ROBERT, M. 2002. Captura de carbono en los suelos para un mejor manejo de la tierra. Informe sobre recursos mundiales de suelos N°. 96. FAO. Roma, IT. 61 p.

- SALISBURI, F.B. 1991. Fisiología vegetal. Editorial Iberoamérica. Mexico. 759 p.
- SMITH, J; SABOGAL, C; JONG, W; KAIRMOWITZ, D. 1997. Bosques secundarios como recurso para el desarrollo rural y la conservación ambiental en los trópicos de América Latina. CIFOR. 13-31p.
- Estudio de Impacto Ambiental Proyecto “Palmas del Oriente” Elaborado por ECSA Ingenieros. Grupo Romero.
- YMBER FLORES BENDEZU 2005. Info INIA (Instituto Nacional de Investigación Agraria) Ing. Boletín Nro 01-2005.
- ALFREDO, L. 2006. 2006 Universidad Nacional de San Carlos de Guatemala, Trabajo de Graduación “Aportes Para Mejorar el Manejo y Aprovechamiento de Plantaciones Forestales en Fray Bartolomé de las Casas Alta Vera Paz” 2006.
- IPARRAGUIRRE, L. 2000. Ecología. Universidad Nacional Federico Villareal. Lima.
- ROGER, E. 2006. Gobierno Regional de San Martín. “ZONIFICACION ECOLOGICA ECONOMICA DE LA REGION SAN MARTIN” 2005, SUELO Y CAPACIDAD DE USO MAYOR DE LAS TIERRAS”
- ORNER. 1978. Inventario, evaluación e integración de los recursos naturales de la zona de Pucallpa Abujao. Republica del Peru. Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales. Lima, Perú.
- JULIO ALEGRE, LUIS AREVALO (ICRAF- Perú), AUBERTO RICSE (INIA- Peru), DANIEL CALLO-CONCHA (UAM- México) y CHERYL PALM (TSBF- Kenya), 2002. Secuestro de Carbono con Sistemas Alternativos en Perú.
- CUBERO, J y ROJAS, S 1999 Universidad Nacional Facultad de Ciencias de la Tierra y el Mar, Escuela de Ciencias Ambientales “Fijación de Carbono en Plantaciones de Melina (*Gmelia arborea Roxb*), Teca (*Tectona grandis L.f.*) y Pochote (*Bombacopsis quinata Jacq.*) en los cantones de Hojancha y Nicoya, Guanacaste, Costa Rica.
- Parlamento Latinoamericano, Ciudadanía Ambiental Global, ALDA. 1998 La lucha contra el Cambio Climático.

3.13. ANEXOS.

PANEL DE FOTOS

**FOTO N° 01: PLANTACIONES ORDENADAS SISTEMATICAMENTE
DE BOLAINA EN LAS PARCELAS EXPERIMENTALES.**



FOTO N° 02: RECOLECCION DE MUESTRAS PARA LA EVALUACION Y ANALISIS EN LABORATORIO.



FOTO N° 03: CUADRANTES PARA LA RECOLECCIÓN DE BIOMASAS.



FOTO N° 04: RECOLECCION DE MUESTRAS.



FOTO N° 05: ESTUFA PARA EL ANALISIS DE MUESTRAS Y ESTIMACION DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD DE LA ESPECIES EN CUESTION.



FOTO N° 06: TOMA DE DATOS EN LABORATORIO Y CAMPO.





3.14 TABLA DE DATOS ORIGINALES ALTURA DE PLANTA.

	BOLAINA				
	N° Planta	ALTURA	ALTURA	ALTURA	ALTURA
		m	m	m	m
		16/02/2009	16/04/2009	16/06/2009	16/08/2009
REPETICION I	1	6.56	6.98	7.15	7.55
	2	6.16	6.43	7.22	7.63
	3	6.35	6.83	7.25	7.66
	4	6.28	6.61	7.01	7.38
	5	6.51	6.87	7.21	7.57
	6	6.57	6.83	7.50	7.94
	7	6.85	7.22	7.48	7.88
	8	6.33	6.98	7.40	7.79
	9	5.63	6.20	6.65	7.06
	10	6.74	6.88	7.05	7.69
REPETICION II	11	5.61	6.48	6.58	6.82
	12	6.11	6.58	6.66	6.97
	13	6.39	6.47	6.68	6.83
	14	6.34	6.66	6.76	7.11
	15	5.82	5.97	6.24	6.84
	16	5.93	6.47	6.68	7.13
	17	5.57	6.00	6.47	6.91
	18	6.00	6.78	6.94	7.24
	19	5.39	5.80	6.39	6.93
	20	5.06	5.54	5.60	5.97

3.15 TABLA DE DATOS ORIGINALES ALTURA DE PLANTA.

		CAPIRONA			
NºPlanta		ALTURA	ALTURA	ALTURA	ALTURA
		m	m	m	m
		16/02/2009	16/04/2009	16/06/2009	16/08/2009
REPETICION I	1	3.96	4.62	4.73	5.11
	2	3.66	4.19	4.26	4.86
	3	4.23	5.00	5.17	5.55
	4	3.61	4.57	4.58	4.96
	5	3.42	4.00	4.33	4.72
	6	3.81	4.43	4.55	4.91
	7	3.76	4.33	4.35	4.83
	8	3.83	4.61	4.53	4.94
	9	2.93	3.50	3.55	3.85
	10	3.29	3.82	4.03	4.65
REPETICION II	11	3.61	4.92	4.36	4.97
	12	3.24	3.90	4.02	4.57
	13	4.16	4.92	4.97	5.23
	14	3.54	4.35	4.43	4.88
	15	3.52	4.37	4.50	4.92
	16	3.50	4.14	4.25	4.66
	17	3.33	3.90	4.25	4.73
	18	3.25	3.45	3.96	4.48
	19	3.81	4.44	4.46	4.90
	20	4.43	5.04	5.09	5.48

3.16 TABLA DE DATOS ORIGINALES ALTURA DE PLANTA.

		TECA			
NºPlanta		ALTURA	ALTURA	ALTURA	ALTURA
		m	m	m	m
		16/02/2009	16/04/2009	16/06/2009	16/08/2009
REPETICION I	1	6.55	7.05	7.30	7.86
	2	5.94	6.68	6.90	7.42
	3	5.90	6.70	6.75	7.13
	4	5.53	5.71	5.85	
	5	6.27	6.42	6.84	7.31
	6	5.04	6.19	6.35	6.92
	7	6.78	7.12	7.27	7.58
	8	6.42	6.59	6.76	7.03
	9	6.41	6.92	7.13	7.46
	10	5.75	6.26	6.71	7.01
REPETICION II	11	6.41	6.47	6.64	6.92
	12	6.82	7.38	7.40	7.81
	13	6.07	6.42	6.64	6.92
	14	5.90	6.16	6.33	6.61
	15	7.11	7.98	8.14	8.51
	16	6.54	6.84	6.88	7.22
	17	5.91	6.35	6.52	6.76
	18	6.37	7.27	7.38	7.52
	19	5.93	6.34	6.43	6.72
	20	5.60	6.02	6.24	

3.17 TABLA DE DATOS ORIGINALES ALTURA DE PLANTA.

		CEDRO NATIVO			
		ALTURA	ALTURA	ALTURA	ALTURA
NºPlanta		m	m	m	m
		16/02/2009	16/04/2009	16/06/2009	16/08/2009
REPETICION I	1	3.10	3.94	4.49	4.55
	2	4.47	5.40	5.56	5.87
	3	4.65	5.21	5.21	5.31
	4	5.28	5.65	5.77	5.82
	5	4.57	5.27	5.29	5.41
	6	5.35	5.88	5.93	6.02
	7	5.55	5.85	5.96	6.11
	8	5.42	5.57	5.61	5.82
	9	5.00	5.90	6.32	6.51
	10	5.37	6.31	6.39	6.60
REPETICION II	11	5.26	5.43	5.43	5.62
	12	4.99	5.18	5.28	5.49
	13	5.18	5.23	5.33	5.53
	14	5.76	6.07	6.39	6.48
	15	5.62	5.95	6.02	6.14
	16	4.67	5.02	5.40	5.52
	17	4.90	5.19	5.35	5.47
	18	5.26	5.30	5.34	5.49
	19	4.70	4.88	5.03	5.17
	20	4.50	4.75	4.88	4.93

3.18 TABLA DE DATOS ORIGINALES ALTURA DE PLANTA.

		CAOBA			
N°Planta		ALTURA m	ALTURA m	ALTURA m	ALTURA m
		16/02/2009	16/04/2009	16/06/2009	16/08/2009
REPETICION I	1	3.29	4.06	4.22	4.57
	2	3.49	3.93	4.37	4.52
	3	4.39	4.52	4.52	4.71
	4	4.90	4.97	5.00	5.24
	5	3.38	3.70	3.72	4.04
	6	4.30	4.43	4.48	4.62
	7	3.90	4.55	4.75	4.91
	8	4.24	4.46	4.54	4.72
	9	3.38	3.84	3.95	4.21
	10	4.56	4.73	4.79	4.86
REPETICION II	11	4.93	5.22	5.53	5.74
	12	3.57	3.81	4.18	4.32
	13	3.96	5.27	5.52	5.75
	14	3.64	4.08	4.27	4.55
	15	4.16	4.28	4.72	4.93
	16	5.14	5.15	5.38	5.61
	17	5.05	5.17	5.26	5.44
	18	3.98	4.58	4.66	4.80
	19	4.12	4.32	4.66	4.77
	20	4.52	5.07	5.12	5.42

3.19 TABLA DE DATOS ORIGINALES DAP.

		BOLAINA				
		Nº Planta	DAP cm	DAP cm	DAP cm	DAP cm
			16/02/2009	16/04/2009	16/06/2009	16/08/2009
REPETICION I	1	9.60	10.60	11.30	11.90	
	2	8.80	9.40	10.00	10.40	
	3	9.60	10.10	11.30	11.50	
	4	9.50	10.10	10.50	11.00	
	5	9.30	9.70	10.10	10.30	
	6	9.30	9.90	10.70	11.00	
	7	12.00	12.50	14.80	15.30	
	8	10.00	10.70	11.60	11.90	
	9	6.30	6.90	7.30	7.70	
	10	9.90	10.70	11.40	11.90	
REPETICION II	11	8.30	8.50	8.90	9.60	
	12	7.50	7.90	9.10	9.60	
	13	9.10	9.90	10.30	10.80	
	14	9.00	9.50	10.20	10.70	
	15	7.50	7.90	8.20	8.80	
	16	8.10	8.60	9.30	10.20	
	17	7.50	8.20	8.60	9.20	
	18	9.40	10.10	10.70	11.20	
	19	7.30	7.90	8.20	9.10	
	20	6.20	6.20	7.00	7.80	

3.20 TABLA DE DATOS ORIGINALES DAP

		CAPIRONA				
		Nº Planta	DAP cm	DAP cm	DAP cm	DAP cm
			16/02/2009	16/04/2009	16/06/2009	16/08/2009
REPETICION I	1	5.00	5.60	6.10	6.60	
	2	5.10	6.30	6.60	6.70	
	3	5.10	5.70	6.20	6.50	
	4	4.50	5.40	6.10	6.80	
	5	4.30	4.80	5.70	6.00	
	6	4.40	5.30	6.10	6.60	
	7	4.30	4.90	5.70	6.50	
	8	4.00	4.40	5.60	6.40	
	9	3.50	4.30	5.30	5.70	
	10	4.30	5.00	6.30	7.40	
REPETICION II	11	5.00	5.50	6.10	6.80	
	12	4.00	5.00	5.80	6.90	
	13	6.30	6.90	7.70	7.80	
	14	4.80	5.20	5.80	6.10	
	15	4.20	4.80	6.00	6.90	
	16	4.20	5.30	6.00	6.00	
	17	4.80	5.30	6.40	7.00	
	18	3.60	4.10	5.20	5.60	
	19	4.70	6.10	6.80	7.50	
	20	5.90	6.60	7.20	8.00	

3.21 TABLA DE DATOS ORIGINALES DAP

		TECA			
	N° Planta	DAP cm	DAP cm	DAP cm	DAP cm
		16/02/2009	16/04/2009	16/06/2009	16/08/2009
REPETICION I	1	10.20	11.00	11.90	12.10
	2	8.20	8.80	10.00	10.40
	3	7.70	8.40	9.50	9.80
	4	7.80	8.12	8.25	9.10
	5	7.60	8.90	10.30	10.50
	6	7.30	7.90	9.00	9.20
	7	8.00	8.20	9.40	9.60
	8	8.10	8.90	10.30	10.80
	9	6.30	8.70	9.30	9.50
	10	8.40	8.40	8.40	8.70
REPETICION II	11	9.40	8.80	9.90	10.40
	12	7.20	9.90	10.50	10.90
	13	7.20	7.80	8.30	8.90
	14	11.00	12.00	12.78	13.10
	15	9.70	10.30	12.00	12.60
	16	7.10	9.60	9.40	9.60
	17	7.70	8.00	9.00	9.50
	18	7.40	8.30	9.30	9.60
	19	7.80	8.10	8.35	8.70
	20	7.90	8.30	8.50	8.80

3.22 TABLA DE DATOS ORIGINALES DAP

		CEDRO NATIVO				
		Nº Planta	DAP cm	DAP cm	DAP cm	DAP cm
			16/02/2009	16/04/2009	16/06/2009	16/08/2009
REPETICION I	1	5.80	5.80	6.00	6.10	
	2	5.20	5.40	5.70	5.90	
	3	5.80	5.80	6.20	6.20	
	4	7.00	7.40	7.50	7.70	
	5	5.80	6.20	6.60	6.80	
	6	7.20	7.40	7.60	7.60	
	7	6.20	6.40	6.50	6.50	
	8	7.10	7.10	7.50	7.50	
	9	5.50	5.60	5.66	6.30	
	10	6.30	6.30	6.74	7.30	
REPETICION II	11	6.00	6.30	6.30	7.40	
	12	6.30	6.30	6.50	6.60	
	13	5.80	6.30	6.49	6.50	
	14	6.70	6.80	7.10	7.70	
	15	7.30	7.40	7.70	8.50	
	16	6.30	6.40	7.20	7.20	
	17	5.40	5.60	5.80	6.40	
	18	6.50	6.50	6.80	6.80	
	19	6.40	6.60	6.70	6.70	
	20	6.20	6.50	6.76	7.00	

3.23 TABLA DE DATOS ORIGINALES DAP

		CAOBA			
	N° Planta	DAP cm	DAP cm	DAP cm	DAP cm
		16/02/2009	16/04/2009	16/06/2009	16/08/2009
REPETICION I	1	4.90	4.90	5.40	5.40
	2	5.20	5.60	6.00	6.30
	3	5.20	5.20	5.30	5.40
	4	5.40	5.70	6.00	6.10
	5	4.70	4.90	5.30	5.30
	6	5.00	5.40	5.70	5.80
	7	5.10	5.50	5.70	5.70
	8	4.70	4.90	5.20	5.30
	9	3.60	3.90	4.10	4.20
	10	5.50	5.60	5.60	5.70
REPETICION II	11	6.00	6.20	6.50	6.60
	12	4.90	4.90	5.40	5.50
	13	5.80	6.20	6.60	6.80
	14	4.90	5.30	5.30	5.30
	15	5.30	5.50	6.10	6.40
	16	5.70	6.00	6.10	6.20
	17	6.30	6.40	6.80	6.90
	18	5.10	5.60	6.20	6.60
	19	5.50	5.60	6.00	6.30
	20	5.60	5.70	5.90	5.90

3.24 TABLA DE DATOS ORIGINALES MANTILLO.

BOLAINA (MANTILLO)			
Fecha	Peso Total	Peso fresco	Peso Seco
16/02/2009	204.2	66.9	44.5
16/04/2009	256	59.1	39.2
16/06/2009	210.4	45.9	13.6
16/08/2009	247.3	61.8	38.9

CEDRO NATIVO (MANTILLO)			
Fecha	Peso Total	Peso fresco	Peso Seco
16/02/2009	244.4	93.4	76.1
16/04/2009	257	98.7	69.9
16/06/2009	232.4	87.8	48.8
16/08/2009	239.7	95.9	48.9

CAPIRONA (MANTILLO)			
Fecha	Peso Total	Peso fresco	Peso Seco
16/02/2009	188	65.4	53.1
16/04/2009	173.8	52.8	21.6
16/06/2009	190.3	57.8	28.7
16/08/2009	188.7	45.7	22.8

CAOBA (MANTILLO)			
Fecha	Peso Total	Peso fresco	Peso Seco
16/02/2009	434.3	178	29.5
16/04/2009	253.7	58.7	21.3
16/06/2009	190.3	47.8	24.9
16/08/2009	177.3	37.9	19.1

TECA (MANTILLO)			
Fecha	Peso Total	Peso fresco	Peso Seco
16/02/2009	148.7	43.8	38.2
16/04/2009	150.4	50.4	32.8
16/06/2009	160.8	37.6	25.6
16/08/2009	147.3	47.7	21.7

3.25 TABLA DE DATOS ORIGINALES BIOMASA EPIGEA DAP < 2.5 CM

BOLAINA (DAP Menor 2,5cm)			
Fecha	Peso Total	Peso fresco	Peso Seco
16/02/2009	268.8	63.5	28.1
16/04/2009	288.2	74.9	32.8
16/06/2009	252.7	123.8	57.4
16/08/2009	262.2	110.8	34.7

CEDRO NATIVO (DAP Menor 2,5cm)			
Fecha	Peso Total	Peso fresco	Peso Seco
16/02/2009	334.1	72.9	36.2
16/04/2009	296.8	118.4	76.7
16/06/2009	254.7	97.9	46.8
16/08/2009	241.4	112.6	54.4

CAPIRONA (DAP Menor 2,5cm)			
Fecha	Peso Total	Peso fresco	Peso Seco
16/02/2009	292.3	103.3	73.8
16/04/2009	272.9	91.7	40.9
16/06/2009	220.7	43.8	19.9
16/08/2009	232	57.9	27.8

CAOBA (DAP Menor 2,5cm)			
Fecha	Peso Total	Peso fresco	Peso Seco
16/02/2009	210.3	58.4	26
16/04/2009	166	30.7	17.9
16/06/2009	187.9	30.8	16.7
16/08/2009	149.8	42.7	22.1

TECA (DAP Menor 2,5cm)			
Fecha	Peso Total	Peso fresco	Peso Seco
16/02/2009	320	57	29.5
16/04/2009	240	40.7	22.7
16/06/2009	180.9	48	24.7
16/08/2009	160	46.4	26.9

3.26 CALCULOS DE GABINETE BOLAINA (*Guazuma crinita*)

	Registros y calculos de Gabinete.									
	BOLAINA. (<i>Guazuma crinita</i>) Tratamiento I									
	Nº DE PLANTA	DAP cm 16/02/2009	DAP cm 16/04/2009	DAP cm 16/06/2009	DAP cm 16/08/2009	PROMEDIO	BIOMASA ARBÓREA VIVA kg/árbol	BIOMASA ARBÓREA VIVA tn/ha	Biomasa vegetal total tn/ha	Carbono total. (tn/árbol)
Repetición I	1	9.60	10.60	11.30	11.90	10.85	62.30	6.23	6.86	3.09
	2	8.80	9.40	10.00	10.40	9.65	44.30	4.43	5.07	2.28
	3	9.60	10.10	11.30	11.50	10.63	57.14	5.71	6.35	2.86
	4	9.50	10.10	10.50	11.00	10.28	51.06	5.11	5.74	2.58
	5	9.30	9.70	10.10	10.30	9.85	43.23	4.32	4.96	2.23
	6	9.30	9.90	10.70	11.00	10.23	51.06	5.11	5.74	2.58
	7	12.00	12.50	14.80	15.30	13.65	117.66	11.77	12.40	5.58
	8	10.00	10.70	11.60	11.90	11.05	62.30	6.23	6.86	3.09
	9	6.30	6.90	7.30	7.70	7.05	20.71	2.07	2.71	1.22
	10	9.90	10.70	11.40	11.90	10.98	62.30	6.23	6.86	3.09
	Promedios	9.43	10.06	10.90	11.29	10.42	57.21	5.72	6.36	2.86
Repetición II	11	8.30	8.50	8.90	9.60	8.83	36.18	3.62	4.25	1.91
	12	7.50	7.90	9.10	9.60	8.53	36.18	3.62	4.25	1.91
	13	9.10	9.90	10.30	10.80	10.03	48.74	4.87	5.51	2.48
	14	9.00	9.50	10.20	10.70	9.85	47.61	4.76	5.40	2.43
	15	7.50	7.90	8.20	8.80	8.10	29.03	2.90	3.54	1.59
	16	8.10	8.60	9.30	10.20	9.05	42.18	4.22	4.85	2.18
	17	7.50	8.20	8.60	9.20	8.38	32.49	3.25	3.88	1.75
	18	9.40	10.10	10.70	11.20	10.35	53.44	5.34	5.98	2.69
	19	7.30	7.90	8.20	9.10	8.13	31.60	3.16	3.80	1.71
	20	6.20	6.20	7.00	7.80	6.80	21.40	2.14	2.77	1.25
	Promedios	7.99	8.47	9.05	9.70	8.80	37.89	3.79	4.42	1.99

3.27 CALCULOS DE GABINETE CAPIRONA (*Calycophyllum sprucearum*)

	Registros y calculos de Gabinete.									
	CAPIRONA (<i>Calycophyllum Sprucearum</i>) . Tratamiento II									
	Nº DE PLANTA	DAP cm 16/02/2009	DAP cm 16/04/2009	DAP cm 16/06/2009	DAP cm 16/08/2009	PROMEDIO	BIOMASA ARBÓREA VIVA kg/arbol	BIOMASA ARBÓREA VIVA tn/has	Biomasa vegetal total tn/has	Carbono total. (tn/arbol)
Repetición I	1	5.00	5.60	6.10	6.60	5.83	14.02	1.40	1.95	0.88
	2	5.10	6.30	6.60	6.70	6.18	14.57	1.46	2.00	0.90
	3	5.10	5.70	6.20	6.50	5.88	13.49	1.35	1.90	0.85
	4	4.50	5.40	6.10	6.80	5.70	15.12	1.51	2.06	0.93
	5	4.30	4.80	5.70	6.00	5.20	11.02	1.10	1.65	0.74
	6	4.40	5.30	6.10	6.60	5.60	14.02	1.40	1.95	0.88
	7	4.30	4.90	5.70	6.50	5.35	13.49	1.35	1.90	0.85
	8	4.00	4.40	5.60	6.40	5.10	12.97	1.30	1.85	0.83
	9	3.50	4.30	5.30	5.70	4.70	9.68	0.97	1.52	0.68
	10	4.30	5.00	6.30	7.40	5.75	18.73	1.87	2.42	1.09
	Promedios	4.45	5.17	5.97	6.52	5.53	13.71	1.37	1.92	0.86
Repetición II	11	5.00	5.50	6.10	6.80	5.85	15.12	1.51	2.06	0.93
	12	4.00	5.00	5.80	6.90	5.43	15.69	1.57	2.12	0.95
	13	6.30	6.90	7.70	7.80	7.18	21.40	2.14	2.69	1.21
	14	4.80	5.20	5.80	6.10	5.48	11.49	1.15	1.70	0.76
	15	4.20	4.80	6.00	6.90	5.48	15.69	1.57	2.12	0.95
	16	4.20	5.30	6.00	6.00	5.38	11.02	1.10	1.65	0.74
	17	4.80	5.30	6.40	7.00	5.88	16.27	1.63	2.18	0.98
	18	3.60	4.10	5.20	5.60	4.63	9.25	0.93	1.47	0.66
	19	4.70	6.10	6.80	7.50	6.28	19.38	1.94	2.49	1.12
	20	5.90	6.60	7.20	8.00	6.93	22.81	2.28	2.83	1.27
	Promedios	4.75	5.48	6.30	6.86	5.85	15.81	1.58	2.13	0.96

3.28 CALCULOS DE GABINETE TECA (*Tectona grandis*)

	Registros y calculos de Gabinete.									
	TECA (<i>Tectona grandis</i>) Tratamiento III									
	Nº DE PLANTA	DAP cm 16/02/2009	DAP cm 16/04/2009	DAP cm 16/06/2009	DAP cm 16/08/2009	PROMEDIO	BIOMASA ARBÓREA VIVA kg/arbol	BIOMASA ARBÓREA VIVA tn/has	Biomasa vegetal total tn/has	Carbono total.(tn/arbol)
Repetición I	1	10.20	11.00	11.90	12.10	11.30	64.98	6.50	7.02	3.16
	2	8.20	8.80	10.00	10.40	9.35	44.30	4.43	4.96	2.23
	3	7.70	8.40	9.50	9.80	8.85	38.12	3.81	4.34	1.95
	4	7.80	8.12	8.25	9.10	8.32	31.60	3.16	3.69	1.66
	5	7.60	8.90	10.30	10.50	9.33	45.39	4.54	5.06	2.28
	6	7.30	7.90	9.00	9.20	8.35	32.49	3.25	3.77	1.70
	7	8.00	8.20	9.40	9.60	8.80	36.18	3.62	4.14	1.86
	8	8.10	8.90	10.30	10.80	9.53	48.74	4.87	5.40	2.43
	9	6.30	8.70	9.30	9.50	8.45	35.24	3.52	4.05	1.82
	10	8.40	8.40	8.40	8.70	8.48	28.21	2.82	3.35	1.51
	Promedios	7.96	8.73	9.64	9.97	9.07	40.53	4.05	4.58	2.06
Repetición II	11	9.40	8.80	9.90	10.40	9.63	44.30	4.43	4.96	2.23
	12	7.20	9.90	10.50	10.90	9.63	49.89	4.99	5.51	2.48
	13	7.20	7.80	8.30	8.90	8.05	29.88	2.99	3.51	1.58
	14	11.00	12.00	12.78	13.10	12.22	79.44	7.94	8.47	3.81
	15	9.70	10.30	12.00	12.60	11.15	71.99	7.20	7.72	3.48
	16	7.10	9.60	9.40	9.60	8.93	36.18	3.62	4.14	1.86
	17	7.70	8.00	9.00	9.50	8.55	35.24	3.52	4.05	1.82
	18	7.40	8.30	9.30	9.60	8.65	36.18	3.62	4.14	1.86
	19	7.80	8.10	8.35	8.70	8.24	28.21	2.82	3.35	1.51
	20	7.90	8.30	8.50	8.80	8.38	29.03	2.90	3.43	1.54
	Promedios	8.24	9.11	9.80	10.21	9.34	44.03	4.40	4.93	2.22

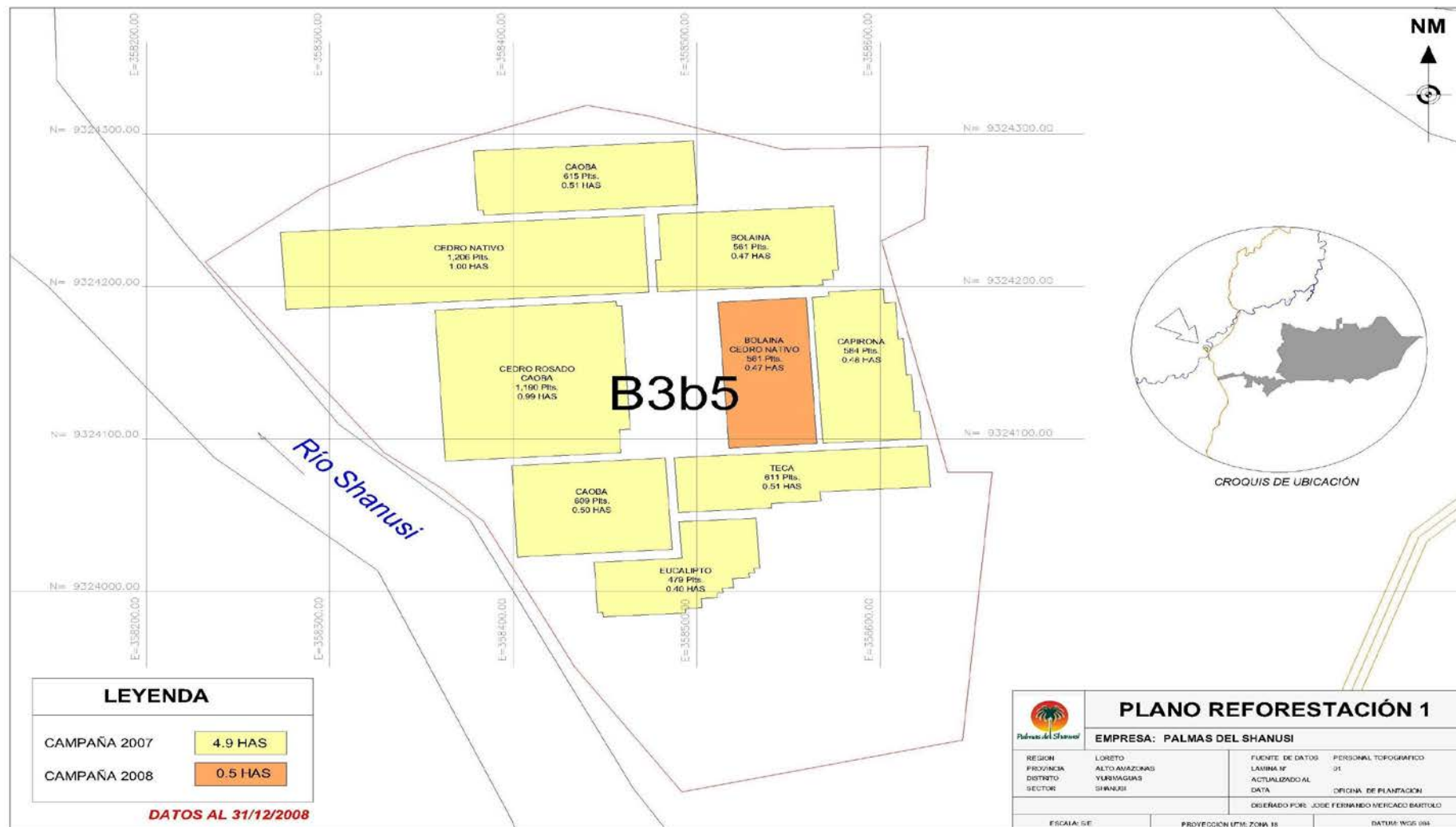
3.29 CALCULOS DE GABINETE CEDRO NATIVO (*Cedrela odorata*)

	Registros y calculos de Gabinete.									
	CEDRO NATIVO (<i>Cedrela odorata</i>) Tratamiento IV									
	Nº DE PLANTA	DAP cm 16/02/2009	DAP cm 16/04/2009	DAP cm 16/06/2009	DAP cm 16/08/2009	PROMEDIO	BIOMASA ARBÓREA VIVA kg/árbol	BIOMASA ARBÓREA VIVA tn/has	Biomasa vegetal total tn/has	Carbono total.(tn/árbol)
Repetición I	1	5.80	5.80	6.00	6.10	5.93	11.49	1.15	1.93	0.87
	2	5.20	5.40	5.70	5.90	5.55	10.56	1.06	1.84	0.83
	3	5.80	5.80	6.20	6.20	6.00	11.97	1.20	1.98	0.89
	4	7.00	7.40	7.50	7.70	7.40	20.71	2.07	2.85	1.28
	5	5.80	6.20	6.60	6.80	6.35	15.12	1.51	2.29	1.03
	6	7.20	7.40	7.60	7.60	7.45	20.04	2.00	2.79	1.25
	7	6.20	6.40	6.50	6.50	6.40	13.49	1.35	2.13	0.96
	8	7.10	7.10	7.50	7.50	7.30	19.38	1.94	2.72	1.22
	9	5.50	5.60	5.66	6.30	5.77	12.46	1.25	2.03	0.91
	10	6.30	6.30	6.74	7.30	6.66	18.09	1.81	2.59	1.17
	Promedios	5.64	5.78	6.03	6.16	5.90	14.08	1.41	2.11	0.95
Repetición II	11	6.00	6.30	6.30	7.40	6.50	18.73	1.87	2.65	1.19
	12	6.30	6.30	6.50	6.60	6.43	14.02	1.40	2.18	0.98
	13	5.80	6.30	6.49	6.50	6.27	13.49	1.35	2.13	0.96
	14	6.70	6.80	7.10	7.70	7.08	20.71	2.07	2.85	1.28
	15	7.30	7.40	7.70	8.50	7.73	26.59	2.66	3.44	1.55
	16	6.30	6.40	7.20	7.20	6.78	17.47	1.75	2.53	1.14
	17	5.40	5.60	5.80	6.40	5.80	12.97	1.30	2.08	0.94
	18	6.50	6.50	6.80	6.80	6.65	15.12	1.51	2.29	1.03
	19	6.40	6.60	6.70	6.70	6.60	14.57	1.46	2.24	1.01
	20	6.20	6.50	6.76	7.00	6.62	16.27	1.63	2.41	1.08
	Promedios	6.29	6.47	6.74	7.08	6.64	16.99	1.70	2.48	1.12

3.30 CALCULOS DE GABINETE CAOBA (*Swietenia macrophylla*)

	Registros y calculos de Gabinete.									
	CAOBA (<i>Swietenia macrophylla</i> .) (Tratamiento V)									
	Nº DE PLANTA	DAP cm 16/02/2009	DAP cm 16/04/2009	DAP cm 16/06/2009	DAP cm 16/08/2009	PROMEDIO	BIOMASA ARBÓREA VIVA kg/árbol	BIOMASA ARBÓREA VIVA tn/has	Biomasa vegetal total tn/has	Carbono total.(tn/árbol)
Repetición I	1	4.90	4.90	5.40	5.40	5.15	8.44	0.84	1.29	0.58
	2	5.20	5.60	6.00	6.30	5.78	12.46	1.25	1.69	0.76
	3	5.20	5.20	5.30	5.40	5.28	8.44	0.84	1.29	0.58
	4	5.40	5.70	6.00	6.10	5.80	11.49	1.15	1.59	0.72
	5	4.70	4.90	5.30	5.30	5.05	8.05	0.80	1.25	0.56
	6	5.00	5.40	5.70	5.80	5.48	10.11	1.01	1.46	0.66
	7	5.10	5.50	5.70	5.70	5.50	9.68	0.97	1.41	0.64
	8	4.70	4.90	5.20	5.30	5.03	8.05	0.80	1.25	0.56
	9	3.60	3.90	4.10	4.20	3.95	4.47	0.45	0.89	0.40
	10	5.50	5.60	5.60	5.70	5.60	9.68	0.97	1.41	0.64
	Promedios	4.93	5.16	5.43	5.52	5.26	9.09	0.91	1.35	0.61
Repetición II	11	6.00	6.20	6.50	6.60	6.33	14.02	1.40	1.85	0.83
	12	4.90	4.90	5.40	5.50	5.18	8.84	0.88	1.33	0.60
	13	5.80	6.20	6.60	6.80	6.35	15.12	1.51	1.96	0.88
	14	4.90	5.30	5.30	5.30	5.20	8.05	0.80	1.25	0.56
	15	5.30	5.50	6.10	6.40	5.83	12.97	1.30	1.74	0.78
	16	5.70	6.00	6.10	6.20	6.00	11.97	1.20	1.64	0.74
	17	6.30	6.40	6.80	6.90	6.60	15.69	1.57	2.01	0.91
	18	5.10	5.60	6.20	6.60	5.88	14.02	1.40	1.85	0.83
	19	5.50	5.60	6.00	6.30	5.85	12.46	1.25	1.69	0.76
	20	5.60	5.70	5.90	5.90	5.78	10.56	1.06	1.50	0.68
	Promedios	5.51	5.74	6.09	6.25	5.90	12.37	1.24	1.68	0.76

3.31. PLANO DE LA PARCELA DONDE SE DESARROLLO EL PROYECTO DE INVESTIGACION.



3.32.ANALISIS DE SUELOS – CARACTERIZACION.



INSTITUTO DE CULTIVOS TROPICALES (ICT- NAS/CICAD-OEA)
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES

ANÁLISIS DE SUELOS - CARACTERIZACIÓN

Nº Solicitud: **AS033-08**

SOLICITANTE : **Agropecuaria del Shanusi**

PROCEDENCIA: **Pampa Hermosa - Yurimaguas - Alto Amazonas - Loreto**

EXPERIMENTO: **Forestal**

FECHA DE MUESTREO : **23/04/2008**

FECHA DE RECEP. LAB : **28/04/2008**

FECHA DE REPORTE : **06/05/2008**

Número de la muestra		pH	C.E dS/m	CaCO ₃ (%)	M.O (%)	N (%)	P (ppm)	K (ppm)	ANÁLISIS MECÁNICO			CLASE TEXTURAL	CIC	CATIONES CAMBIABLES					Suma de bases	% Sat. de bases
Lab.	Campo								Arena	Limo	Arcilla			Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺ +H ⁺		
08 04 0411	M1	5.90	0.06	0.00	1.27	0.06	19.31	97.00	42.99	30.58	26.43	Fra	11.26	9.74	0.99	0.25		0.28	10.98	97.50

METODOLOGIA :

TEXTURA	HIDROMETRO
pH	POTENCIOMETRO SUSPENSION SUELO-AGUA RELACION 1:2.5
CONDUC. ELECTRICA	CONDUCTIMETRO SUSPENSION SUELO-AGUA 1:2.5
CARBONATOS	GASO - VOLUMETRICO
FOSFORO	OLSEN MODIFICADO EXTRACT. NaHCO ₃ =0.5M , pH 8.5
POTASIO	ABSORCION ATOMICA EXTRACT. NaHCO ₃ =0.5M, pH 8.5
MATERIA ORGANICA	WALKLEY Y BLACK
CALCIO Y MAGNESIO	ABSORCION ATOMICA EXTRACT. KCl 0.1N
ALUMINIO	EXTRACT. KCl 1N

La Banda de Shilcayo, 06 de mayo de 2008



Ing. **MSc. Luis Zúñiga Cernades**
Especialista Suelos ICT

ICT - Instituto de Cultivos Tropicales: Jr. Santa María Nº 241 - Banda de Shilcayo , Tarapoto
Telefax: 042- 522361 - Telf. 528111 - 526620 - Email: ict@terra.com.pe